

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES DE GESTION À FINALITÉ SPÉCIALISÉE EN BUSINESS ANALYSIS & INTEGRATION

Valeur refuge et volatilité du Bitcoin en période de baisse des marchés pendant la crise du Covid19

Utilisation d'un modèle GARCH

Ngawa Kaptchouang, Arthur

Award date:
2020

Awarding institution:
Université de Namur

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



**Valeur refuge et volatilité du Bitcoin en période de baisse des
marchés pendant la crise du Covid19 : Utilisation d'un modèle
GARCH**

Arthur Franck NGAWA KAPTCHOUANG

Directeur: Prof. Oscar Bernal

Mémoire présenté

en vue de l'obtention du titre de

Master 120 en sciences de gestion, à finalité spécialisée

en Business Analysis & Integration

ANNEE ACADEMIQUE 2019-2020

« Les opinions exprimées dans ce mémoire sont celles de l'auteur et ne sauraient en aucun cas engager l'Université de Namur, ni le directeur du mémoire »

Table de matières

Remerciement.....	4
Liste des tableaux et graphiques	5
Résumé	6
Abstract	7
Introduction.....	8
Partie 1 : Définition et théorisation des concepts	12
Chapitre 1 : Contexte et analyse documentaire	13
Section 1.1. Monnaie virtuelle : définition et origine	13
Section 1.2. Nouvelles formes de monnaies	15
Section 1.3. Les deux piliers du Bitcoin : Confiance et Transparence	16
Section 1.4. Notion de valeur refuge.....	17
Section 1.5. Valeurs refuges prisées par les investisseurs en temps de crise	18
1.5.1. L'or : la valeur refuge historique	19
1.5.2. L'immobilier : la pierre, valeur refuge préférée	20
1.5.3. L'art contemporain : une valeur refuge d'excellence	20
Section 1.6. Les crypto-monnaies comme valeur refuge : pour et contre.....	21
1.6.1. Pour.....	21
1.6.2. Contre.....	22
Chapitre 2 : Théorisation des concepts.....	25
Section 2.1. Revue de la littérature sur le bitcoin	25
Section 2.2. Modélisation théorique et hypothèses de recherche.....	32
2.2.1. Bitcoin comme une monnaie : Théorie du système de paiement	32
2.2.2. Modélisation du bitcoin: volatilité, modèle et hypothèse de recherche	33
Partie 2 : Etude empirique	36
Chapitre 3 : Méthodologie de recherche.....	37
Section 3.1. Conception du modèle	37
Section 3.2. Données et Méthodes d'analyse.....	40
Chapitre 4 : Résultats empiriques.....	42
Section 4.1. Résultats préliminaires et tests statistiques	42
4.1.1. Statistiques descriptives.....	42
4.1.2. Matrice de corrélation	43
4.1.3. Test autocorrélation (Breusch-godfrey)	43
4.1.4. Test hétéroscédasticité (Breusch-Pagan)	43
4.1.5. Graphique sur le rendement du bitcoin	44
Section 4.2. Résultats du modèle ARCH-GARCH	44
4.2.1. Interprétation modèle 1.....	45
4.2.2. Interprétation modèle 2.....	46
Section 4.3. Implications des résultats	47
Conclusion	49
Bibliographie.....	51
Annexe	54

Remerciement

Ce mémoire que j'ai réalisé dans le cadre de mon cursus de master 120 en Sciences de gestion a été pour moi une réelle possibilité de toucher du doigt le monde de la recherche. Je tiens tout d'abord à remercier mon Université pour toujours donner la possibilité aux étudiants d'effectuer un mémoire de fin d'études afin d'acquérir une expérience dans la recherche. Je remercie par conséquent **M. Oscar Bernal** mon promoteur pour ses critiques constructives et ses conseils pour la rédaction de ce travail.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit de **Zeina, Saïb, Yvan, Elsa** tous mes collègues de l'Université pour leur disponibilité et l'ensemble des informations reçues qui m'ont permis de mener à bien ce travail.

Je ne saurais terminer sans remercier ma famille, mes amis et les enseignants de l'Université de Namur et tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Liste des tableaux et graphiques

Tableau

Tableau 1 : Principales différences entre monnaies électroniques et monnaies virtuelles	14
Tableau 2 : Caractéristiques d'une valeur refuge	23
Tableau 3 : Quelques actifs possédant et ne possédant pas des propriétés de refuge	24
Tableau 4 : Récapitulatif de la revue de la littérature	27
Tableau 5 : Variables utilisées.....	38
Tableau 6 : Statistiques descriptives	42

Graphique

Graphique 1 : Facteurs influençant le prix du bitcoin	34
Graphique 2 : Evolution du prix du bitcoin pendant la crise sanitaire	41
Graphique 3 : Rendement du bitcoin.....	44

Résumé

La récente pandémie de covid19 a influencé à la baisse tous les marchés financiers. Nous testons les propriétés de refuge du bitcoin largement évoquées du point de vue des investisseurs d'indices boursiers internationaux examinés et l'influence de la volatilité des trois principales monnaies numériques Ethereum, Ripple et Tether sur le bitcoin. Les résultats montrent que la volatilité des rendements d'Ethereum, Ripple et Tether en période de crise n'influencent pas celui du Bitcoin. Le bitcoin a joué le rôle de valeur refuge en Europe durant la crise du coronavirus mais en Amérique, elle n'a montré aucune propriété de refuge.

Mots clés : Volatilité, valeur refuge, bitcoin, covid19.

Abstract

The recent covid19 pandemic has had a downward impact on all financial markets. We test the widely discussed safe-haven properties of Bitcoin from the perspective of investors in the international stock index examined and the impact of the volatility of the three main crypto-currencies Ethereum, Ripple and Tether on Bitcoin. The results show that the volatility of the returns of Ethereum, Ripple and Tether in times of crisis doesn't influence the volatility of Bitcoin. Bitcoin played the role of a safe-haven in Europe during the coronavirus crisis but in America it showed no safe-haven properties.

Keywords: Volatility, safe haven value, bitcoin, covid19.

Introduction

La récente crise du coronavirus a montré un marché baissier généralisé pour les actifs traditionnels. Le caractère inédit de la crise actuelle la rend difficilement chiffrable ce qui contribue à la volatilité des marchés. Malgré les interventions des banques centrales et des gouvernements, la nervosité domine. Les tendances de marché montrent que les premiers jours de volatilité du coronavirus ont eu un impact beaucoup plus rapide que les autres krachs (annexe 1). La pandémie du coronavirus a provoqué des perturbations sociales et économiques qui ont sans doute impacté les marchés financiers. La crise sanitaire a entraîné une crise financière et les différentes places boursières souffrent aussi du virus. Les conséquences sur l'économie et sur les placements des particuliers sont réelles. Pour se prémunir du risque pendant la crise, les particuliers ont tendance à investir dans des actifs dits de refuge ou d'obtenir des liquidités.

Le bitcoin surnommé "le roi Bitcoin" sur le marché des crypto-monnaies dicte la direction, l'ampleur de la performance et la volatilité de toutes les autres crypto-monnaies (altcoins). Le bitcoin est acheté pour la plupart du temps par les nouveaux crypto-traders, sa forte capitalisation et restant la première crypto-monnaie lui confère un rôle particulier par rapport aux autres crypto-monnaies. Si tel est le cas, la popularité du bitcoin auprès des investisseurs et particuliers lui donne une position préférentielle par rapport aux autres crypto-monnaies. Dans ce contexte, il devient intéressant de savoir si aujourd'hui, les principaux challengers du bitcoin à savoir Ethereum, Ripple et Tether peuvent influencer les rendements du bitcoin en tant de crise. Nous cherchons à savoir si la volatilité des rendements des trois principaux challengers du bitcoin influence celui du bitcoin en tant de crise.

Dans ce mémoire, nous examinons les propriétés de refuge du bitcoin en pleine période de crise du coronavirus et l'influence de la volatilité des rendements des trois monnaies numériques sur le bitcoin. Le concept de refuge d'investissement est motivé par une aversion aux risques des investisseurs pour les pertes c'est-à-dire les investisseurs cherchent plus à éviter les pertes que les gains potentiels associés (Tversky et Kahneman, 1991). Cette aversion aux pertes se caractérise par la recherche des actifs dits de refuge à l'instar de l'or, des obligations d'Etat ou même de l'immobilier c'est-à-dire des actifs qui ne sont pas liés ou qui présentent une corrélation négative avec les actifs traditionnels pendant les périodes troubles du marché.

Nous examinons également l'influence de la volatilité des rendements de trois monnaies numériques sur le bitcoin en période de crise. En effet, entre octobre 2016 et octobre 2017, la capitalisation du bitcoin est passée de 10.1 millions à 79.7 milliards de dollars et son cours est passé de 616 à 4800 dollars. Mais depuis fin 2017, la tendance à la baisse du bitcoin a influencé le prix de la plupart des autres crypto-monnaies et c'est pourquoi il est extrêmement important d'analyser l'influence que peut avoir aujourd'hui d'autres monnaies numériques sur le bitcoin.

Le bitcoin est principalement utilisé comme un actif et non comme une devise dans un marché spéculatif et en le combinant avec son flux important dans les prix, un climat de forte volatilité se crée (Katsiampa, 2017). L'objectif de cette recherche est de déterminer l'impact que d'autres monnaies numériques exercent sur le bitcoin et si le bitcoin contient des propriétés de refuge du point de vue des actifs traditionnels en pleine crise sanitaire.

Plusieurs recherches universitaires étudient les déterminants de la volatilité du bitcoin et ses propriétés de refuge. Katsiampa (2017) estime la volatilité du bitcoin en comparant différents modèles GARCH et conclut qu'AR-GARCH est le modèle qui décrit le mieux la volatilité du bitcoin. Gronwald (2014) compare le marché de l'or et du bitcoin à l'aide des modèles GARCH et constate que les variations de son prix étaient extrêmement importantes et que le marché sur lequel il s'échange n'est pas mature.

Conlon et al (2020) testent les propriétés de refuge largement évoquées de bitcoin, ethereum et tether du point de vue des investisseurs des indices boursiers internationaux pendant la crise du coronavirus et les résultats montrent que le bitcoin et ethereum ne constituent pas une valeur refuge pour la majorité des marchés d'actions internationaux examinés, leur inclusion augmentant le risque de baisse des portefeuilles ; Seul tether a réussi à maintenir son ancrage théorique au dollar américain pendant la crise du Covid-19 et a servi de valeur refuge pour tous les indices internationaux examinés.

Nikolaos et al (2020) examinent la volatilité de certaines crypto-monnaies et la façon dont elles sont influencées par les trois monnaies numériques les plus capitalisées en adoptant un modèle ARCH-GARCH et trouvent que la majorité des crypto-monnaies sont complémentaires avec le bitcoin, ethereum et le ripple et qu'il existe aucune capacité de couverture parmi les principales monnaies numériques en période de crise.

Kliber et al (2019) utilisent un modèle de volatilité stochastique à plusieurs variables avec une corrélation conditionnelle dynamique pour examiner les propriétés de couverture et de refuge du bitcoin. Les résultats montrent que le bitcoin a une couverture faible sur tous les marchés si l'on considère l'investissement en dollars américains et constituent une valeur refuge au Venezuela. Mensi et al (2020) utilisent des techniques de transformation en ondelettes pour examiner les co-mouvements entre le bitcoin et l'indice Dow Jones, les marchés boursiers islamiques régionaux et les marchés Sukuk et trouvent que la diversification d'un portefeuille avec le bitcoin est un bénéfice pour le portefeuille, mais constatent que ce dernier est plus petit pour les investisseurs à long terme (ordre des mois) par rapport aux investisseurs à court terme (ordre des jours).

Chan et al (2019) étudient les capacités de couverture du bitcoin en utilisant une approche de dépendance de fréquence et les processus DCC-GARCH et CCC-GARCH pour la période d'octobre 2010 à octobre 2017 et prouvent que le bitcoin est une couverture solide contre l-Euro-index, le Shanghai A-share, le S&P500, le Nikkei et l'indice TSX. En utilisant un modèle BEKK-GARCH pour

comparer le bitcoin avec l'or, Klein et al (2018) trouvent que l'or a joué un rôle important sur les marchés financiers alors que le bitcoin s'est comporté exactement à l'opposé et qu'il était positivement lié aux marchés baissiers. Ce qui ne lui procure aucune capacité de couverture dans un portefeuille.

Bouri et al (2017) utilisent des corrélations conditionnelles dynamiques et trouvent que le bitcoin a des propriétés de couverture et de refuge contre les actions Pacific d'Asie. Pour un large éventail de crypto-monnaies, Wang et al (2019b) trouvent que les monnaies numériques servent de refuge pour la plupart des indices internationaux examinés.

Dans ce mémoire, nous examinons les propriétés de refuge du bitcoin et l'influence de la volatilité des rendements de trois monnaies numériques sur le bitcoin d'où notre question de recherche : *« Es ce que la volatilité des trois monnaies numériques Ethereum, Ripple et Tether pendant la crise du COVID-19 influence la volatilité du bitcoin ? Ce bitcoin s'est-il comporté comme une valeur refuge aux actifs traditionnels en baisse durant cette crise du COVID-19 ? »*

Pour répondre à cette question, nous posons comme hypothèses de recherche :

Hypothèse 1 : Le bitcoin est considéré comme une valeur refuge durant la crise du COVID-19.

Hypothèse 2 : La volatilité des rendements d'Ethereum, Ripple et Tether en période de crise du COVID-19 influence la volatilité du rendement du bitcoin.

Pour répondre à ces deux hypothèses, nous examinons les propriétés de refuge du bitcoin selon une méthodologie populaire dans la littérature sur les refuges en examinant s'il existe une relation négative et significative entre le bitcoin et les actifs traditionnels en période de crise comme c'est le cas actuellement. Nous considérons une série d'indices d'actions internationales à savoir le MSCI World, le MSCI Europe, le MSCI Amérique, le MSCI Asie et le MSCI Emerging, les matières premières (l'or et le pétrole) et l'indicateur de risque (BBB Corporate US spread). Nous examinons également comment la volatilité des rendements de trois monnaies numériques à savoir ethereum, ripple et tether influence celui du bitcoin. Les données pour toutes les variables vont du 01 juillet 2017 au 30 juin 2020 à l'exception de la variable dichotomique Covid19 qui prend la valeur 0 et 1 respectivement avant et à partir du 01 février 2020. Le modèle ARCH-GARCH tel que prescrit par Katsiampa (2017) est utilisé pour répondre à ces hypothèses.

Les résultats montrent que la volatilité des rendements d'ethereum, ripple et de tether n'influence pas la volatilité des rendements du bitcoin en période de crise comme c'est le cas de la crise sanitaire. Comme quoi le bitcoin demeure le roi des monnaies numériques et n'est influencé pas aucune autres monnaies numériques.

Nous avons également une relation négative et non significative entre l'or et le bitcoin. Les deux actifs ne sont pas complémentaires et par conséquent il est difficile d'octroyer des propriétés de refuge au bitcoin. Le rendement du bitcoin est lié positivement et significativement au rendement du pétrole.

Nous constatons que les rendements des indices MSCI World, Asie et Emerging ne sont pas significativement liés au rendement du bitcoin. Le bitcoin a réagi comme une valeur refuge en Europe avec un coefficient négatif et significatif mais pas en Amérique avec un coefficient positif et significatif. La relation négative et non significative entre le bitcoin et la variable covid19 prouve que la crise sanitaire a influencé négativement les rendements du bitcoin, mais ce résultat n'est pas confirmé dans le modèle.

Le document est organisé comme suit : le premier chapitre définit les concepts du bitcoin et de valeur refuge, le second chapitre donne l'ancrage théorique sur la relation volatilité du bitcoin et son influence sur d'autres actifs ; le troisième chapitre décrit l'approche méthodologique utilisée, les données utilisées et la méthode d'analyse ; et enfin les résultats empiriques de l'analyse des données et son implication sont détaillés au quatrième chapitre.

Partie 1 : Définition et théorisation des concepts

Chapitre 1 : Contexte et analyse documentaire

Dans ce chapitre nous allons définir les concepts de monnaie virtuelle et de valeur refuge.

Section 1.1. Monnaie virtuelle : définition et origine

La Banque centrale Européenne (2012) donne une définition et une typologie de la monnaie virtuelle. C'est une monnaie non réglementée qui est émise et contrôlée par ses promoteurs et acceptée au sein d'une communauté virtuelle déterminée. Nous pouvons retrouver plusieurs sortes de monnaies virtuelles qui ne cessent d'émerger de jour en jour.

Nous avons des monnaies virtuelles en circuit fermé au sein même d'un groupe de joueurs en ligne à l'exemple de *World of Warcraft Gold* où les joueurs reçoivent ou achètent une dotation initiale et ne peuvent ensuite acquérir et échanger des unités WOW Gold que dans le jeu. Nous avons également des monnaies virtuelles utilisables dans une communauté d'achats, comme les Facebook Crédits qui jusque fin 2012, permettaient d'acheter des produits virtuels, comme les jeux sociaux en ligne, ou les Points Nintendo utilisables dans les magasins où les jeux Nintendo. Cette forme de monnaie s'achète mais ne peut être convertie qu'en monnaie publique, contrairement à celui lancé par Amazon en 2013, les Amazon coin. La dotation initiale est perçue à l'achat d'une tablette Kindle et les Amazons Coins servent à acheter des applications.

Les monnaies virtuelles les plus populaires que l'on peut acheter et revendre à un taux de change fluctuant, qui circulent au sein d'une communauté pour les échanges de produits virtuels, mais aussi de biens et services dans le monde du commun des mortels sont les crypto-monnaies¹. Ce travail étudie principalement ce type de monnaies virtuelles, son impact sur d'autres monnaies virtuelles mais également sur les actifs traditionnels. L'une des principales crypto-monnaies qui sera étudiée dans ce travail de recherche est le bitcoin. Il est nécessaire d'étudier cette monnaie en analysant son évolution depuis sa création en 2010 juste après la crise financière de 2008.

Le bitcoin est une monnaie virtuelle qui repose sur un procédé cryptographique. Il est le plus populaire mais il en existe près de 2000 aujourd'hui dont le principe est similaire mais dont le succès mesuré par la capitalisation est bien inférieure. En 2015, la capitalisation du bitcoin atteignait 3,5 milliards de dollar américain aujourd'hui il atteint près de 181 milliards de dollars. Les données relatives sur les crypto-monnaies peuvent être consultées et extraites sur différents sites internet. Le bitcoin est une monnaie décentralisée, basée sur un réseau de personne à personne, sans intermédiaire ni régulateur.

L'offre de monnaie dépend des mineurs, c'est-à-dire ceux qui parmi les membres de la communauté ont acquis des ordinateurs dotés de la capacité de calcul nécessaire à la résolution d'algorithmes dont

¹ Alain Laurent et Virginie Monvoisin (2015), « les nouvelles monnaies numériques : au-delà de la dématérialisation de la monnaie et de la contestation des banques ». Revue de la régulation.

la complexité croît avec le nombre de bitcoins créés. Le premier qui parvient à valider l'ensemble des transactions qui a eu lieu au cours des dix dernières minutes remporte 25 bitcoins en circulation. Chaque année, la récompense est divisée par deux de façon à limiter à 21 millions le nombre total de bitcoins en circulation. Un autre moyen d'acquiescer ou de vendre des bitcoins est d'en acheter sur des plateformes d'échanges dédiées. Pour effectuer une transaction, un membre du réseau encode un message avec son adresse publique bitcoin et sa signature privée, le montant de la transaction et l'adresse bitcoin du bénéficiaire. Ce message passe par la communauté et les mineurs se chargent de l'authentifier. Toutes les transactions sont ainsi publiques (un bitcoin ne peut ainsi être utilisé pour plusieurs transactions) mais aussi anonymes puisque les transactions sont encodées à l'aide d'une clé privée.

Les monnaies virtuelles et les monnaies électroniques sont tous deux des monnaies numériques. Quand nous parlons de monnaies numériques, ce sont principalement les monnaies virtuelles ou crypto-monnaies. Il est important de différencier les caractéristiques des deux monnaies numériques pour comprendre les tenants et les aboutissants de ces nouvelles formes de monnaies numériques. La BCE² (2012) présente les principales différences entre la monnaie virtuelle et la monnaie électronique.

Tableau 1 : Principales différences entre monnaies électroniques et monnaies virtuelles

	Monnaies électroniques	Monnaies virtuelles
Forme monétaire	Numérique	Numérique
Unité de compte	Devise à cours légal (EUR, USD, etc.)	Devise imaginaire sans cours légal
Acceptation	Par des agents autres que l'émetteur	Au sein d'une communauté virtuelle
Statut juridique	Réglées	Non réglées
Emetteur	Firme agréée (Institution financière)	Firme privée
Offre de monnaie	Limitée (contrepartie en monnaie scripturale)	Dépend du dispositif
Possibilité de remboursement	Garantie au pair	Non garantie
Supervision	Oui	Non
Type de risque	Opérationnel	Risques de crédit, de liquidité, risque opérationnel, insécurité juridique

Source : BCE (2012)

² Banque centrale européenne

Les monnaies virtuelles n'ont pas de lien juridique avec la monnaie publique, elles n'en ont pas même la dénomination. Il s'agit ainsi du bitcoin et des autres monnaies virtuelles. Ces monnaies sont clairement distinctes de la monnaie électronique car elles ne sont pas émises contre la remise de fonds et elles ne sont pas assorties d'une garantie légale de remboursement à la valeur nominale. Leur objet est également différent : les unes représentent une alternative dans les paiements quotidiens, les autres circulent au sein d'une communauté et leur émission correspond à une logique propre à la communauté et certaines sont utilisées comme des actifs pour la recherche d'un rendement potentiel. Dans ce cadre, la monnaie électronique par exemple n'est pas utilisée comme un actif et sert principalement à effectuer des échanges et est réglementée par des directives européennes contrairement à celui des monnaies virtuelles.

Section 1.2. Nouvelles formes de monnaies

Les promoteurs des monnaies virtuelles croient à l'avènement d'un monde dans lequel la circulation monétaire s'affranchirait de la mainmise de l'Etat. Il est possible d'imaginer une société dans laquelle les paiements se feraient directement d'une personne à l'autre sans recours au système bancaire ou à la monnaie publique. La prolifération de monnaies virtuelles démultiplierait les sources de la création monétaire et la concurrence entre monnaies privées battrait alors son plein comme c'est le cas aujourd'hui. Pour se développer, les monnaies virtuelles doivent offrir plus de garanties en termes de stabilité et de sécurité. Il est vrai que les stablecoins adossés sur le dollar américain rendent déjà cette monnaie plus stable pour ceux qui l'utilisent comme moyen d'échanges mais pour des investisseurs, ce type de crypto-monnaies à un rendement trop faible.

Toujours selon la banque centrale européenne, la crypto-monnaie et en particulier le bitcoin possède des points de vigilances qu'il est important de préciser. Tout d'abord, l'offre de cette monnaie et les opérations visant à stabiliser le taux de change de la monnaie virtuelle à la monnaie publique rendent cette monnaie imprévisible. Mais, l'arrivée de certaines crypto-monnaies adossées sur le dollar américain permet d'envisager une monnaie virtuelle plus stable, mais limiter l'offre de monnaie pour les monnaies virtuelles non adossées sur le dollar américain permet de borner l'émission par avance. Plus la taille des utilisateurs de crypto-monnaies évoluent plus la valeur de la monnaie s'accroît. Mais pour les crypto-monnaies de petites tailles, la volatilité sera fortement élevée. La monnaie virtuelle n'offre aucune garantie de remboursement en cas de fraude ou d'opération non autorisée et en cas de litige, il ne serait sans doute pas aisé de déterminer quel est le droit applicable dans la mesure où, par nature, la localisation de l'émetteur et des utilisateurs n'est pas aisément identifiable.

La monnaie numérique en lui-même s'est beaucoup développée et fait preuve de résistance à des cyberattaques. Leur sécurisation repose sur des algorithmes cryptographiques extrêmement sophistiqués ; et la décentralisation du système rend chaque participant responsable de sa clé privée, ce

qui élimine toute possibilité d'une attaque informatique centrale. Cependant, les sociétés qui gravitent dans la sphère monnaie numérique, en particulier les plateformes d'échange peuvent être piratées et les membres du réseau se faire voler leurs coins. Dans ce cas, le risque opérationnel est bien réel et est lié aux conditions de stockages des crypto-monnaies. Le piratage de la plateforme d'échanges MtGox en 2014 est un exemple parfait. Les caractéristiques du bitcoin comme monnaie sans ancrage, avec une volatilité de change, un risque juridique important sont un frein à sa circulation même si sa capitalisation atteint des sommets à l'heure actuelle.

Section 1.3. Les deux piliers du Bitcoin : Confiance et Transparence

Pour ce qui est de la confiance, il s'ancre dans la répétition des actes d'échange et le constat du bon fonctionnement des pratiques monétaires³. Elles se fondent principalement dans le caractère routinier des transactions. La subordination à une instance supérieure comme la banque ou l'Etat qui va énoncer des règles d'usage de la monnaie, garantir les moyens de paiement et la valeur des signes monétaires, protéger les utilisateurs et présenter une voie de recours en cas de litige est un élément de confiance pour les utilisateurs des monnaies traditionnelles. Les politiques monétaires conformes à une certaine idée du bien commun pour une société donnée donnent encore plus de crédits aux instances monétaires. Le bitcoin ne peut garantir tous les points qu'offrent l'autorité monétaire et donc il s'appuie principalement sur la technologie.

Pour les promoteurs du bitcoin, l'idée est de pouvoir se passer de toute autorité supérieure notamment les banques et les Etats pour faire fonctionner ce système de paiement et d'en garantir la pérennité. La robustesse des algorithmes, de la cryptographie et du code suffiraient à enraciner cette routine. Nakamoto (2009) précisait déjà qu'un système de paiement électronique basé sur la cryptographie est déjà un élément de confiance. Il s'agit de mettre à jour une forme de confiance celle généralement présentée par les banques et les Etats mais ici ces derniers sont remplacés par la technologie.

Pour ce qui est de la transparence, n'oublions pas que le bitcoin est un système qui partage le livre de registre virtuel parmi tous les participants et que chacun puisse surveiller ce que fait l'autre. La transparence se traduit par le caractère public de la chaîne de blocs⁴ et permet au destinataire de s'assurer de la solvabilité d'un émetteur. L'ensemble des utilisateurs a connaissance du compte de l'émetteur, du compte destinataire et du montant de chaque transaction. Avec un tel système, le risque de contrefaçon est quasi-nul puisque le bitcoin est traçable depuis sa création jusqu'à l'instant présent. Les protocoles de vérification des transactions sont les éléments de transparence de cette technologie, mais la complexité des protocoles et l'inaccessibilité du langage cryptographique fondée sur des

³ Odile Lamonski et Ludovic Desmetd (2015), « L'alternative monétaire Bitcoin : une perspectives institutionaliste ». Revue de la régulation.

⁴ Une **chaîne de blocs** est une base de données distribuée qui gère une liste d'enregistrements protégés contre la falsification ou la modification par les nœuds de stockage ; c'est donc un registre distribué et sécurisé de toutes les transactions effectuées depuis le démarrage du système réparti.

mathématiques complexes viennent ternir son image pour un utilisateur qui est un profane en la matière.

Pour les utilisateurs du bitcoin, la transparence serait suffisante pour assurer la confiance tout en évacuant la nécessité d'une confiance hiérarchique des banques et des Etats. Le code fait office d'autorité hiérarchique et assure la robustesse du réseau. Cette robustesse renforce la sécurité dans les échanges des bitcoins. La transparence des protocoles, des livres de registre virtuel et la difficulté à miner sont autant d'éléments venant renforcer l'image du bitcoin et sa confiance vis-à-vis des utilisateurs. La foi dans le code est assurée par les principes de transparence et de confiance qui constituent les deux piliers du système bitcoin.

Les fraudes, escroqueries, piratage des plateformes et autres comportements cupides viennent entacher l'image du bitcoin. Pour l'instant, nous allons définir la notion de valeur refuge telle que décrite dans la littérature

Section 1.4. Notion de valeur refuge

Une valeur refuge est un actif qui fluctue moins que son indice de référence (c'est-à-dire, une valeur qui a un faible bêta)⁵. C'est donc une valeur qui se caractérise par une faible volatilité, une valeur qui offre plus de sécurité. Cependant, cette étiquette de valeur refuge n'est pas éternelle. Une valeur refuge aujourd'hui ne le sera peut-être plus demain. Elle peut même devenir très risquée. Ces valeurs n'offrent donc aucune garantie à long terme. On en trouve dans toutes les classes d'actifs. Passons en revue ce qui, aujourd'hui, peut ou ne peut plus être considéré comme un actif de refuge.

Les actions se retrouvent sur les marchés boursiers. Une valeur refuge est une action qui ne connaît pas beaucoup de soubresauts, qui a une faible volatilité. On trouve dans cette catégorie les valeurs d'entreprises qui se caractérisent par une grande transparence dans leur communication, qui ont des résultats stables, qui sont bien gérées et qui sont cohérentes dans leur discours. En général, elles sont moins cycliques. Leurs revenus sont indexés sur l'inflation. Mais attention, rien n'est immuable : il fût un temps où Fortis était considéré comme une valeur refuge, tout comme BP avant la marée noire en Louisiane.

Les obligations peuvent appliquer les mêmes règles que les actions. Les pays souverains les plus stables pourront être assimilés à des valeurs refuges. Ce sont des pays comme l'Allemagne, les Etats-Unis ou les pays scandinaves. On veillera à surveiller les ratings et à ne pas descendre en-dessous de BBB.

⁵ <https://moneystore.be/2015/gerer-transmettre-patrimoine/questce-quune-valeur-refuge>

Pour les devises, il faut d'abord voir dans quelle devise on paye ses achats. Ensuite, à partir de cette devise de base, on regarde qu'elles sont les autres devises et leurs stabilités. Dans cet environnement, nous trouvons le dollar, la livre sterling et le franc suisse. Mais attention, ici aussi, tout comme en actions ou en obligations, rien n'est immuable.

Et si, tout simplement, on gardait précautionneusement son argent sur un compte d'épargne ou sous son matelas ? Peut-être plus sûr, mais, dans ce cas, il faut se méfier d'un ennemi redoutable : l'inflation. L'inflation est calculée sur base d'un indice large. Aujourd'hui, elle est basse, or les prix des biens de consommation courante ont augmenté alors que les prix des biens technologiques baissent, le pouvoir d'achat est donc érodé.

Mais hormis de ce que nous venons d'énoncer plus haut, les valeurs refuges les plus connues sont principalement l'or, l'immobilier, les obligations d'Etat et l'art. Ces quatre actifs sont considérés comme des valeurs refuges par excellence, bien que la crise financière de 2008 est venue porter un regard différent sur l'immobilier.

Section 1.5. Valeurs refuges prisées par les investisseurs en temps de crise

Pourquoi se retrancher sur des valeurs refuges en temps de crise, comme c'est le cas du coronavirus ? Les fondamentaux de l'économie nous apprennent que les événements sont cycliques. L'histoire est ponctuée d'une succession de crises financières ou économiques. Durant ces périodes, la valeur de la plupart des actifs baisse, voire dévise de façon catastrophique comme en 1929 ou en 2008. Lorsque la situation économique se tend, les investisseurs ont tendance à vouloir protéger leur capital en misant sur des actifs moins risqués. Ils choisissent donc en priorité ceux qui ont démontré une plus grande résistance aux cycles économiques.

Nommés « *valeurs refuges* », ces actifs sont réputés conserver une valeur lors des crises, à l'image d'un bateau qui garderait son cap en pleine tempête. Plus les incertitudes sont nombreuses sur les marchés financiers, plus ils sont demandés et conservés provoquant une augmentation de leur prix. Un phénomène qui contribue aussi à conforter leur réputation de « *valeur refuge* »⁶.

Pour autant, investir dans une valeur refuge ne garantit pas que le capital soit protégé. S'il est réputé comme étant moins sensible aux cycles, ces actifs voient également leur valeur fluctuer de façon périodique. Le fonctionnement de l'économie est basé sur la confiance des agents économiques (investisseurs, épargnants, consommateurs, entreprises...). Lorsqu'un certain nombre de signaux laisse présager une crise, le changement de comportement massif de ces agents peut amplifier le phénomène.

⁶ <https://www.ideal-investisseur.fr/education-financiere/valeur-refuge-3-actifs-prises-des-investisseurs-7711.html>

Ainsi les anticipations globales de tous ces acteurs sont déterminantes dans la survenue d'une crise et sa profondeur.

Lorsque l'économie ralentit, les investisseurs ont tendance à rapatrier leurs avoirs sur des actifs moins risqués. Considérés comme plus stables, ils sont censés protéger leur capital. Voici 3 des « valeurs refuges » les plus prisées⁷.

1.5.1. L'or : la valeur refuge historique

L'or est considéré comme une valeur refuge de long terme. Son cours n'est pas directement lié à l'évolution des marchés financiers. Contrairement aux actions, son prix n'est pas lié aux résultats d'une société et à sa capacité à rembourser ses dettes. Il n'est pas non plus lié au taux des emprunts d'État sur les marchés, pourtant il est considéré comme des valeurs de référence.

Le métal jaune puise sa valeur dans le fait qu'il existe physiquement. Il possède des propriétés chimiques recherchées et prisées depuis des millénaires. Il a l'avantage de pouvoir être stocké et emporté sous forme de lingots, de pièces ou de bijoux. Il revêt de surcroît une réelle utilité dans différentes industries.

Contrairement à la plupart des actifs, l'or ne procure pas de rendement à son détenteur. Son cours repose uniquement sur la confrontation de l'offre et de la demande entre acheteurs et vendeurs. Fort de son aura de valeur refuge, plus les situations économiques sont instables, plus son prix a tendance à progresser. Le métal jaune bénéficie en effet d'un contexte qui lui est favorable. C'est un produit dont les stocks sont limités. Par conséquent, l'augmentation de la demande ne peut pas être compensée par l'augmentation de la production. La seule variable d'ajustement est donc la hausse du cours de l'once d'or. Ce métal précieux est en grande partie acheté par les banques centrales à des fins de stockage. Selon l'organisation de développement du marché de l'industrie aurifère, « 76% des banques centrales considèrent que l'or est pertinent en tant qu'actif refuge ».

Pour les États, l'or constitue en effet une réserve de change. Plus ils en stockent, plus ils inspirent confiance sur les marchés financiers. Les investisseurs internationaux sont donc plus enclins à leur prêter de l'argent pour financer leurs dépenses intérieures. Le stock d'or détenu peut en effet servir à garantir les emprunts d'État. Cela a pour effet de renforcer la confiance dans la monnaie locale tout en réduisant la dépendance au dollar. Aujourd'hui, la demande d'or est d'ailleurs tirée par les pays émergents qui ont récemment vécu une forte croissance économique.

⁷ <https://www.financite.be/sites/default/files/references/files/1993.pdf>

1.5.2. L'immobilier : la pierre, valeur refuge préférée

L'immobilier est considéré comme la valeur refuge préférée, notamment par les particuliers. Certes, son prix peut varier en raison de nombreux facteurs (taux d'intérêt, conjoncture économique, démographie, emplacement...), mais les biens immobiliers ont l'avantage d'être des actifs « tangibles » comme l'or.

Spontanément, l'immobilier rassure, car il dispose de caractéristiques intrinsèques solides. Premièrement, il a une valeur d'usage : il permet de répondre au besoin fondamental et intemporel de se loger. Cela lui confère une valeur d'échange, matérialisée par la location ou la vente. Deux actes qui permettent soit de percevoir un rendement, soit de récupérer du capital. Sa valorisation est bien moins fluctuante que les actifs traditionnels cotés. Évidemment, ce n'est pas toujours à la portée des économies des investisseurs. Le ticket d'entrée est assez important dépassant souvent la centaine de milliers d'euros. Il est donc plus compliqué de garder un portefeuille diversifié en possédant un bien immobilier. Une alternative est d'investir dans l'immobilier papier au travers de fonds immobiliers.

1.5.3. L'art contemporain : une valeur refuge d'excellence

Depuis la crise financière de 2008, les œuvres d'art sont de plus en plus considérées comme un placement « refuge ». Le monde de l'art a été relativement épargné par les différentes crises économiques connues ces dernières années. Quand les taux d'intérêts sont proches de zéro (ou négatifs...), certains collectionneurs naissent ou se réveillent. L'art permet en effet de diversifier son patrimoine. Si l'art peut être vu comme une valeur refuge, il est considéré avant tout comme un achat plaisir. Pour que l'art devienne un investissement rentable à long terme, il faut aussi que le collectionneur, novice ou confirmé, soit bien renseigné et correctement conseillé.

Le terme « art contemporain » englobe toute la production artistique de 1945 à nos jours, quel que soit le style ou la pratique esthétique. L'art contemporain succède à l'art moderne grâce notamment à l'apparition de la photographie. L'art n'a plus uniquement une fonction de représenter le réel (la photographie prend cette place), mais les artistes peuvent maintenant s'essayer à d'autres formes, se questionner, se critiquer et proposer de nouvelles expérimentations et des idées conceptuelles. Un changement radical dans le monde artistique !

La Belgique a la chance de pouvoir compter de nombreux artistes contemporains. De plus en plus de noms sont connus sur le marché international et s'illustrent chez nos voisins, voire même outre-Atlantique où le « Made in Belgium » est fort apprécié. Pierre Alechinsky, Pol Bury, Luc Tuymans, Jan Fabre, Arne Quinze ou encore Wim Delvoye sont quelques exemples de la très longue liste des talents belges de la discipline. Que l'art soit passion, investissement ou les deux à la fois, il reste

important de penser à bien se prémunir contre les dommages accidentels qui pourraient porter atteinte à ce patrimoine.

Section 1.6. Les crypto-monnaies comme valeur refuge : pour et contre

Si nous nous arrêtons à la seule définition de valeur refuge comme un actif à faible volatilité, tangible pour les plus populaires (or, immobilier, l'art, etc.) et dont le cours n'est pas directement lié à l'évolution des marchés financiers comme c'est le cas de l'or, le bitcoin et les autres crypto-monnaies nous semblent de très loin présenter des propriétés de refuge comme mentionnés par certains auteurs.

Le bitcoin est souvent comparé à l'or car il partage certaines caractéristiques communes telles que l'offre limitée et la croissance de l'offre par le biais de l'industrie minière, la non-centralité et l'indépendance des banques centrales ou des autorités gouvernementales. Comme le bitcoin est segmenté du système actuel de la monnaie fiduciaire, il est également possible que ce soit un refuge contre les turbulences financières ou contre l'effondrement du système financier malgré sa volatilité excessive par rapport aux autres devises et à l'or.

Les arguments en faveur du bitcoin en tant que valeur refuge sont que le bitcoin ne joue pas encore un rôle important dans le système financier et peut donc être décorrélé aux rendements boursiers extrêmement négatifs et de la tourmente du système financier. De plus, le bitcoin pourrait constituer une alternative à une devise à dépréciation rapide et constituer une réserve de valeur temporaire⁸.

1.6.1. Pour

Les monnaies virtuelles gagnent du terrain en tant de crise. Les crypto-monnaies ont déjà joué par le passé le rôle de valeur refuge. Certains particuliers ont, lors de la crise grecque, investi massivement en bitcoin car cette monnaie virtuelle inspirait bien plus confiance que la monnaie réelle et régulée, en proie à une crise monétaire exceptionnelle et subissant une inflation record.

Les crypto-monnaies sont indépendantes des systèmes monétaires et financiers. Le propre de la crypto-monnaie, jusqu'à aujourd'hui, c'est leur indépendance vis-à-vis des banques centrales. Elles ne sont pas régulées, ne dépendent pas d'un État et ne peuvent être manipulées par un gouvernement peu scrupuleux. Cependant, cette caractéristique pourra ne concerner à l'avenir qu'une partie des monnaies virtuelles qui seront séparées en deux groupes : celles régulées par les banques centrales, étatiques, et les autres, privées. En effet, plusieurs États, à l'instar de la France ou la Russie, ont prévu le lancement d'un jeton étatique. La monnaie cryptée de la banque de France devrait d'ailleurs être la première étape d'une expérimentation destinée au lancement d'un e-euro par la banque centrale européenne.

⁸ <https://www.cafedelabourse.com/crypto-monnaie-monnaie-virtuelle-valeur-refuge>
<https://www.capital.fr/entreprises-marches/bitcoin-deviendra-t-il-vraiment-une-valeur-refuge-1366070>

La valeur des crypto-monnaies augmente sur le très long terme. Comme l'or, la plupart des crypto-monnaies augmente sur le long terme. Cependant, pour espérer voir son capital investir en crypto-monnaie se valoriser, il conviendra de choisir une crypto-monnaie parmi les plus connues et les plus solides comme le bitcoin, le ripple, l'ethereum, le litecoin, etc. Les petites crypto-monnaies, ayant une faible capitalisation boursière comportant peu d'utilisateurs et très récentes sont, elles, davantage susceptibles de chuter et de disparaître.

Une partie des crypto-monnaies ont une offre limitée. Nombreuses sont les crypto-monnaies à afficher un modèle inflationniste, à l'instar du bitcoin qui, comme l'or, présente une offre limitée. Le nombre de pièces est limité à 21 millions de bitcoins en circulation, ce qui, comme dans le cas de l'or, rend le produit relativement rare, participant ainsi à maintenir sa valeur.

Les monnaies virtuelles sont liquides. Les crypto-monnaies peuvent être converties en une autre devise très facilement. Elles peuvent aussi servir à acheter des biens et services. Il est aisé de les échanger : un smartphone ou un ordinateur suffisent.

Une crypto-monnaie est un actif durable. Une monnaie virtuelle ne peut pas se décomposer ou se détériorer étant donné qu'il ne s'agit pas d'un bien tangible. Une pièce reste et restera une pièce, même après 20, 50 ou 100 ans de détention, à condition qu'Internet soit toujours là et que les collapsologues se soient trompés.

1.6.2. Contre

Les crypto-monnaies sont hyper volatiles. Le PDG de JP Morgan, en pleine bulle des crypto-monnaies, fin 2017 alertait déjà : « *la très forte volatilité de ses cours le disqualifie pour l'instant comme actif de refuge contrairement à l'or* ». Les variations de cours extrêmement importantes et extrêmement rapides des monnaies virtuelles n'en font pas un actif stable et rassurant. C'est là d'ailleurs l'argument principal pour ne pas les considérer comme des valeurs refuges.

La monnaie virtuelle n'a aucune fonction autre que celle d'un actif financier. Une monnaie virtuelle n'est pas un bien tangible, ni un bien fonctionnel. Si son cours s'écroule, aucune fonctionnalité ne peut lui permettre de conserver un tant soit peu de valeur. Une crypto-monnaie ne sert à rien en dehors d'être un actif financier. Le bitcoin ne sert à rien, contrairement à l'or, par exemple, qui a une utilité dans de nombreux secteurs d'activité.

Certaines crypto-monnaies ont une offre illimitée. Certaines monnaies virtuelles affichent un modèle déflationniste, comme le ripple (XRP). La quantité de monnaie en circulation est illimitée, ce qui pourrait avec le temps favoriser la stagnation (voire la diminution) de son prix. On n'est bien loin d'une offre limitée et inférieure à la demande qui caractérise la valeur de refuge.

Le cours des crypto-monnaies baisse en cette période de crise que nous traversons actuellement. Enfin, les crypto-monnaies ne jouent pas toujours le rôle de valeur refuge, si l'on en croit les cours des principales monnaies virtuelles dans la crise liée à l'épidémie de coronavirus que nous connaissons actuellement. Ainsi, le bitcoin s'est effondré courant mars, passant de 8 428\$ le 6 mars 2020 à 5 095\$ le 19 mars 2020.

Mais après tout, l'or, la première des valeurs refuges, ne parvient pas toujours à jouer ce rôle lors de crises financières et boursières. Ainsi, en 2008, le précieux métal jaune a enregistré une baisse de 25 %. Ce phénomène s'explique par le fait que les investisseurs ont tendance à vendre tous leurs actifs, quels qu'ils soient, pour récupérer leurs liquidités. Quand l'incertitude prime, la valeur refuge est elle aussi délaissée au profit des liquidités. Comme quoi, le cash demeure toujours le roi en période de crise.

Mais dès les doutes levés et l'étendue des désastres connue, les marchés financiers devraient retrouver un fonctionnement plus normal et les valeurs refuges devraient regagner du terrain. L'or a connu une belle progression en 2009. Et nous avons constaté ce phénomène durant la crise du coronavirus où l'or est remonté rapidement juste après l'arrêt du confinement dans plusieurs pays du globe.

Le tableau 2 présente la différence dans les caractéristiques d'une valeur refuge et de ce qui n'est pas ; et le tableau 3 présente les actifs considérés comme refuge et ceux qui ne le sont pas.

Tableau 2 : Caractéristiques d'une valeur refuge

Caractéristiques	Propriété refuge	Pas de propriétés de refuge
Offre	Limitée	Certaine illimitée
Flux des rendements	Faible volatilité	Forte volatilité
Existence physique de l'actif	Généralement tangibles	Très souvent intangibles
Valorisation de l'actif	Reste stable en période de crise	Baisse en période de crise
Influence des marchés financiers	Indépendance vis-à-vis du système monétaire et financier	Dépendance aux marchés monétaires et financiers
Prix	Stable	Instable

Source : Auteur

Tableau 3 : Quelques actifs possédant et ne possédant pas des propriétés de refuge

Actifs considérés comme valeur refuge	Actifs non considérés comme valeur refuge
Or	Indices boursiers
Immobilier	Taux d'intérêt
Art	Devises
Obligation d'Etat	Matières premières (Pétrole, etc.)
Bitcoin	Les actions
Actions cotés sur des entreprises stables	Les produits dérivés
Etc.	Etc.

Source : Auteur

Chapitre 2 : Théorisation des concepts

Dans ce chapitre, nous allons effectuer une revue de la littérature sur la notion de bitcoin et discuter de la problématique existante sur la volatilité du bitcoin pour en extraire le modèle de notre étude.

Section 2.1. Revue de la littérature sur le bitcoin

De nombreuses études sur les crypto-monnaies la définissent comme un actif ayant une valeur refuge et pouvant également servir de couverture aux risques dans un portefeuille (Urquhart et Zhang, 2019). D'autres articles montrent que le bitcoin et ethereum ne constituent pas une valeur refuge pour la majorité des marchés d'actions internationaux examinés, leur inclusion augmentant le risque de baisse des portefeuilles pendant la crise du COVID-19 (Thomas Conlon et al, 2020). Guesmi et al (2019) trouvent que le risque du portefeuille est considérablement réduit par l'inclusion de bitcoin dans un portefeuille comprenant de l'or, du pétrole et des actions de marchés émergents. Mais la volatilité élevée du bitcoin, le fait qu'il soit moins liquide et plus coûteux à négocier que certains actifs doit être des facteurs contribuant à l'exclure de la catégorie des valeurs refuges (Smales, 2019).

Dans ce mémoire, nous examinons les propriétés de refuge des crypto-monnaies selon une méthodologie populaire dans la littérature sur les refuges en examinant s'il existe une relation positive ou négative entre les rendements des indices d'actions internationaux et le bitcoin en période de crise sanitaire.

Certains articles travaillent sur l'influence de la volatilité de certaines monnaies numériques sur d'autres monnaies numériques. Nikolaos A. et al (2019) ont trouvé que la majorité des crypto-monnaies sont complémentaires avec le bitcoin, le ripple et l'ethereum mais qu'aucune monnaie numérique n'a une capacité de couverture en période de crise. Le bitcoin demeure la monnaie numérique la plus populaire auprès des investisseurs et certains altcoins comme l'ethereum ou le ripple ont une forte capitalisation.

Le bitcoin étant principalement utilisé comme un actif et non comme un moyen de paiement, il est utilisé dans les marchés spéculatifs et sa forte volatilité impacte grandement son rendement. En période de crise, le marché est baissier et les principales monnaies numériques voient leur valeur tombée. Cette baisse du prix des principales monnaies numériques influencent d'autres crypto-monnaies en période de crise. Au final est ce que la baisse des rendements d'autres monnaies numériques durant une crise peut influencer les rendements du bitcoin ?

La littérature existante pour ce sujet est très faible. Dans ce travail scientifique, nous allons nous intéresser à la volatilité des crypto-monnaies pendant la crise du coronavirus. Ici, nous voulons savoir si le mouvement à la baisse des rendements des trois principaux challengers du bitcoin influence celui du bitcoin.

Le tableau ci-dessous ressort les principaux articles scientifiques que nous avons utilisés pour accroître nos connaissances sur la crypto-monnaie. Nous résumons 10 articles en présentant les auteurs de l'article, les titres, les sujets traités, la méthodologie utilisée, les sources des données et les principales conclusions de ces articles.

Tableau 4 : Récapitulatif de la revue de la littérature

Auteurs	Titres	Sujets	Méthodologies	Sources des données	Conclusion principale
Xin Li, Chong Alex Wang (2016)	The technology and economic determinants of cryptocurrency exchange rate : The case of Bitcoin	Etude empirique sur la détermination du taux de change du Bitcoin (par rapport au dollar américain), en prenant en considération à la fois les facteurs technologiques (exploitation minière et reconnaissance publique) et les facteurs économiques (la masse monétaire, le PIB, inflation, et le taux d'intérêt, volume de transaction, etc.).	Un modèle ARDL (AutoRegressive Distributed Lag) avec une approche de test des limites pour identifier les caractéristiques du taux de change des bitcoins (test AFD, Augmented Dickey-Fuller et AIC, Akaike Information Criterion)	Bitcoincharts.com blockchain.info Google Trends Bitcoinpulse.com usinflationcalculator.com . blockchain.com	À long terme, le taux de change du Bitcoin est plus sensible aux fondamentaux économiques et moins sensible aux facteurs technologiques après la fermeture du MtGox. Il y'a également un impact significatif de la technologie minière et une diminution significative de l'exploitation minière « difficulty » dans la détermination du prix de l'échange de Bitcoin.
			Approche avec le modèle vectoriel de correction d'erreurs VECM		

M.Angelos Lopez-Cabarcos, Ada M. Pérez-Pico, Juan Pineiro-Chousa, Aleksandar Sevic (2019)	Bitcoin volatility, stock market and investor sentiment. Are they connected?	Analyse le comportement du Bitcoin et l'effet que le sentiment des investisseurs, les rendements du S&P 500 et du VIX ont sur la volatilité du Bitcoin	Les modèles GARCH et EGARCH sont utilisés	StockTwits.com Le site Web du Nasdaq (S&P 500) Le site Web CBOE (VIX) Coindesk.com	Les résultats suggèrent que la volatilité du Bitcoin est plus instable dans les périodes spéculatives. En période stable, les rendements S&P 500, du VIX et le sentiment des investisseurs influencent la volatilité du Bitcoin.
Valerio Celeste, Shaen Corbet, Constantin Gurdgiev (2019)	Fractal dynamics and walevet analysis : Deep volatility and return properties of Bitcoin, Ethereum and Ripple	Le sujet traite de manière conjointe et globale les propriétés fractales, la mémoire longue et l'analyse en ondelettes, qui pourraient confirmer de manière solide la présence d'une dynamique fractale dans les prix des crypto-monnaies, et confirmer ou infirmer la validité de l'hypothèse du marché fractal comme étant applicable aux crypto-monnaies	Modèle (R/S : Variable dépendante) Hypothèse de marché fractal	www.cryptocompare.com	La conclusion est que le Bitcoin a été mieux décrit par une marche aléatoire, montrant des signes de maturité des marchés émergents, en En revanche, d'autres crypto-monnaies telles que Ethereum et Ripple présentent des preuves d'un comportement de mémoire sous-jacent croissant

Elie Bouri, Rangan Gupta (2019)	Predicting Bitcoins returns : Comparing the roles of newspaper-and internet search-based measures of uncertainty	Comparaison de la capacité d'une mesure basée sur les journaux et d'une mesure d'incertitude basée sur la recherche sur Internet pour prédire les rendements de Bitcoin	Modèle EGARCH (hétéroscédasticité conditionnelle autorégressive exponentielle)	CryptoCompare	Données pour EPU et EURQ sont basés sur les travaux respectifs de Baker et al. (2016) et Bonte pi et al. (2019), et peuvent être téléchargés gratuitement en ligne	La conclusion est que le Bitcoin est une couverture contre les deux mesures. Cependant, la capacité prédictive de l'indice des requêtes liées à l'incertitude économique basée sur Internet est statistiquement plus forte que la mesure de l'incertitude dérivée des journaux pour prédire les rendements du Bitcoin. Ce qui est probablement dû au fait que l'ancienne mesure de l'incertitude est directement obtenu par les investisseurs individuels, sur la base de leur recherche sur Internet des termes liés à l'incertitude
---------------------------------	--	---	--	---------------	--	---

Gerald P.Dwyer (2014)	The economics of Bitcoin and similar private digital currencies	Cet article explique comment l'utilisation de ces technologies et la limitation de la quantité produite peuvent créer un équilibre dans lequel une monnaie numérique a une valeur positive	Graphique sur l'écart-type des rendements du Bitcoin Graphique sur l'évolution du prix du Bitcoin	bitcoincharts.com	La volatilité mensuelle moyenne des rendements sur Bitcoin est supérieure à celle de l'or ou d'un ensemble de devises étrangères en dollar, mais les volatilités mensuelles les plus basses pour Bitcoin sont inférieures aux volatilités mensuelles les plus élevées pour l'or et les devises étrangères.
-----------------------	---	--	--	-------------------	--

Dirk G.Baur, KiHoon Hong, Adrian D.Lee (2017)	Bitcoin: Medium exchange or speculative assets	Cet article analyse la question de savoir si Bitcoin est un moyen d'échange ou un actif et plus précisément, quel est son usage actuel et quel usage prévaudra à l'avenir compte tenu de ses caractéristiques	Modèle linéaire Test Statistique Graphique utilisée pour l'évolution du prix du Bitcoin	Winkdex.com Bloomberg les données de transaction Bitcoin de Kondor et al. (2014) disponibles sur leur site web blockchain.info	L'analyse des données de transaction des comptes Bitcoin montre que les Bitcoins sont principalement utilisés comme investissement spéculatif et non comme monnaie et moyen d'échange alternatifs
Thomas Conlon, Shaen Corbet, Richard J. McGee (2020)	Are cryptocurrencies a safe haven for equity markets? An international perspective from the COVID-19 pandemic	Nous testons les propriétés de refuge largement évoquées de Bitcoin, Ethereum et Tether du point de vue des investisseurs des indices boursiers internationaux	Cet article se concentre sur la valeur à risque (VaR) et la valeur à risque conditionnelle (CVAR) pour mesurer les pertes potentielles d'un portefeuille sur un horizon donné.	Coinmetrics Marché boursier	Bitcoin et Ethereum ne constituent pas une valeur de refuge pour la majorité des marchés d'actions internationaux examinés, leur inclusion augmentant le risque de baisse des portefeuilles. Seuls les investisseurs de l'indice chinois CSI 300 ont réalisé un risque de baisse modeste (sous réserve d'allocations très limitées à Bitcoin ou Ethereum). Comme Tether a servi de valeur refuge pour tous les indices internationaux.
Nikolaos A. et al	Estimating the volatility of	Cette étude examine la volatilité de certaines	Modèle GARCH-ARCH	coinmarketcap.com	La principale conclusion de l'étude est que la majorité des crypto-monnaies sont

(2019)	cryptocurrencies during bearish markets employing GARCH models	crypto-monnaies et la façon dont elles sont influencées par les trois monnaies numériques les plus capitalisées, à savoir le Bitcoin, l'Ethereum et le Ripple	Le modèle le plus approprié pour chaque devise a été sélectionné en utilisant les critères AIC et BIC.		complémentaires avec Bitcoin, Ethereum et Ripple et qu'il n'existe aucune capacité de couverture parmi les principales monnaies numériques en période de crise.
Christina Beneki, Alexandros Koulis, Nikolaos A. Kyriazis, Tephenson Papadamou (2019)	Investigating volatility transmission and hedging properties between Bitcoin and Ethereum	Ce document vise à tester l'hypothèse de l'existence de contagion de la volatilité et de capacités de couverture entre Bitcoin et Ethereum	Modèles de GARCH (BEKK-GARCH) Modèle VAR (Vectoriel AutoRegression)	Coinmarketcap	Les conséquences globales des résultats sont que Bitcoin et Ethereum, bien que présentant des capacités de diversification au cours des premières années de leur étude, ont récemment été réduits significativement. De plus, la transmission unidirectionnelle de la volatilité d'Ethereum à Bitcoin implique que les stratégies de trading de profitabilité peuvent être établies sur un marché dérivé nouvellement développé avec des contre l'efficacité du marché.

Source : Auteur

Section 2.2. Modélisation théorique et hypothèses de recherche

2.2.1. Bitcoin comme une monnaie : Théorie du système de paiement

Pour théoriser ce travail, il nous semble nécessaire d'évoquer la théorie du système de paiement telle que définie par la littérature. Cette théorie considère la monnaie comme l'institution minimale d'une économie de marché décentralisée. Elle est alors pensée comme un ensemble de règles destinées à organiser les échanges et à en assurer le bon déroulement (Cartelier, 1991). Tout système de paiement peut être caractérisé par :

- La fixation d'une unité de compte ;
- Une règle de monnayage qui détermine la manière par laquelle les unités de compte sont mises en circulation ;
- Une procédure de règlement des soldes monétaires.

Si l'on prend en compte les caractéristiques d'un système de paiement, le bitcoin présente certaines caractéristiques typiques d'une monnaie, dans la mesure où le lancement de l'unité de compte est bien accompagné d'un ensemble de règles et de méthodes qui assure la circulation et la gestion de l'unité de compte (régulation de l'offre), ainsi que la bonne marche des transactions et le respect du principe fondamental d'équivalence (dans l'échange). Le bitcoin est avant tout défini comme un système de paiement mais également comme une unité de compte. Cependant, sa conception en fait une monnaie assimilable à de l'argent liquide numérique. Les transactions étant immédiatement dénouées, le règlement des soldes ne réclame aucune procédure spécifique et la contrainte monétaire est totale. On ne retrouve pas des contreparties de crédit dans l'émission des bitcoins.

Pour accéder aux systèmes, il est nécessaire de posséder un porte-monnaie (wallet) qui n'est rien d'autre que le nom donné à une suite de symboles, en l'occurrence une suite de chiffres et de lettres. Pour conserver cette suite, la mémoire d'un ordinateur ou d'une clé USB peut être utilisée comme support. Analyser le bitcoin comme un système de paiement nécessite également de se poser la question de l'accès à cette monnaie. Si le bitcoin circule de manière fermée, nous pouvons penser qu'accéder aux bitcoins s'effectue en contrepartie d'une vente (de marchandises, de services, de la force de travail) signifiant d'une contribution à la production. L'accès aux bitcoins s'effectue principalement par la vente de devises officielles sur des plateformes d'échanges dédiées, à un cours de marché qui fluctue en fonction de l'offre et de la demande. Par conséquent, le bitcoin devient une devise parmi d'autres dans un espace monétaire mondialisé et concurrentiel et peut également être utilisé comme actif spécifique par tout investisseur motivé par la logique financière d'optimisation de son portefeuille.

Avec sa valorisation phénoménale dont il a fait l'objet depuis sa création, et la volatilité de son cours relativement aux devises officielles, force est de constater qu'aujourd'hui le bitcoin est utilisé plus comme un actif spéculatif que comme un instrument au service d'une économie d'échanges et de paiements.

2.2.2. Modélisation du bitcoin: volatilité, modèle et hypothèse de recherche

Plusieurs chercheurs ont travaillé sur la volatilité des monnaies numériques principalement du bitcoin durant les dix dernières années. Hong (2016) a travaillé sur la tarification des bitcoins en examinant l'efficacité des prix du bitcoin en prenant en compte son évolution très rapide entre 2010 et 2016. D'autres recherches expliquent les déterminants de la tarification du bitcoin à l'aide d'informations antérieures (Kristoufek, 2015). La monnaie numérique étant un paradigme novateur, plusieurs papiers scientifiques étudient les aspects juridiques du bitcoin, sa réglementation et son rôle dans le système de paiement, sujet pas vraiment abordé dans ce travail de recherche.

Mais c'est depuis 2017 que plusieurs recherches sont menées sur les crypto-monnaies et on observe une prolifération de recherches universitaires pertinentes. L'une des premières études qui examine la volatilité des monnaies numériques est celle de Katsiampa (2017). Elle estime la volatilité du bitcoin en comparant différents modèles GARCH et conclut qu'AR-GARCH est le modèle qui décrit le mieux la volatilité du bitcoin. Gronwald (2014) compare le marché de l'or et du bitcoin à l'aide des modèles GARCH et constate que les variations de son prix étaient extrêmement importantes et que le marché sur lequel il s'échange n'est pas mature.

Mensi et al (2020) utilisent des techniques de transformation en ondelettes pour examiner les co-mouvements entre le bitcoin et l'indice Dow Jones, les marchés boursiers islamiques régionaux et les marchés Sukuk et trouvent que la diversification d'un portefeuille avec le bitcoin est un bénéfice pour le portefeuille, mais constatent que ce profit est plus petit pour les investisseurs à long terme (ordre des mois) par rapport aux investisseurs à court terme (ordre des jours). Kleber et al (2019) utilisent un modèle de volatilité stochastique à plusieurs variables avec une corrélation conditionnelle dynamique pour examiner les propriétés de couverture et de refuge du bitcoin. Les résultats montrent que le bitcoin a une couverture faible sur tous les marchés si l'on considère l'investissement en dollar américain et une valeur refuge au Venezuela.

Chan et al (2019) étudient les capacités de couverture du bitcoin en utilisant une approche de dépendance de fréquence et les processus DCC-GARCH et CCC-GARCH pour la période d'octobre 2010 à octobre 2017 et prouvent que le bitcoin est une couverture solide contre l-Euro-index, le Shanghai A-share, le S&P500, le Nikkei et l'indice TSX. En utilisant un modèle BEKK-GARCH pour comparer le bitcoin avec l'or, Klein et al (2018) trouvent que l'or a joué un rôle important sur les

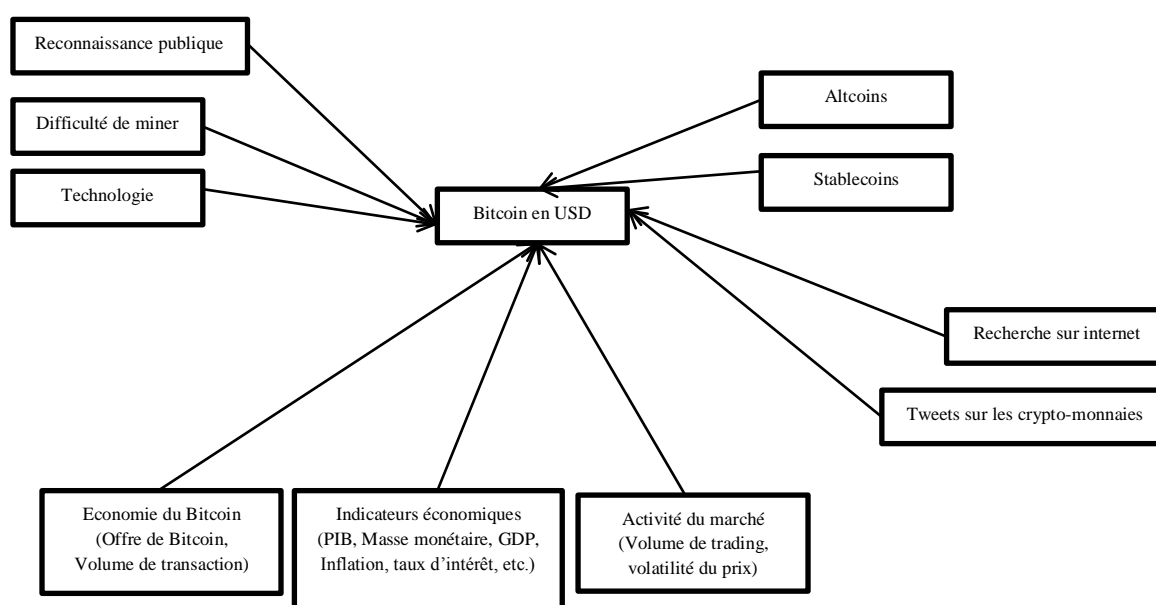
marchés financiers alors que le bitcoin s'est comporté exactement à l'opposé et qu'il était positivement lié aux marchés baissiers. Ce qui ne lui procure aucune capacité de couverture dans un portefeuille.

Bouri et al (2017) utilisent des corrélations conditionnelles dynamiques et trouvent que le bitcoin a des propriétés de couverture et de refuge contre les actions Pacific d'Asie. Pour un large éventail de crypto-monnaies, Wang et al (2019) trouvent que les monnaies numériques servent de refuge pour la plupart des indices internationaux examinés. Nikolaos et al (2020) examinent la volatilité de certaines crypto-monnaies et la façon dont elles sont influencées par les trois monnaies numériques les plus capitalisées en adoptant un modèle ARCH-GARCH et trouvent que la majorité des crypto-monnaies sont complémentaires avec le bitcoin, ethereum et le ripple et qu'il existe aucune capacité de couverture parmi les principales monnaies numériques en période de crise.

Conlon et al (2020) testent les propriétés de refuge largement évoquées de bitcoin, ethereum et tether du point de vue des investisseurs des indices boursiers internationaux pendant la crise du coronavirus et les résultats montrent que le bitcoin et ethereum ne constituent pas une valeur refuge pour la majorité des marchés d'actions internationaux examinés, leur inclusion augmentant le risque de baisse des portefeuilles ; Seul tether a réussi à maintenir son ancrage théorique au dollar américain pendant la crise du Covid-19 et a servi de valeur refuge pour tous les indices internationaux examinés.

Nous voyons clairement que la majorité des articles scientifiques qui étudient les déterminants de la volatilité du bitcoin utilisent les modèles GARCH. Pour modéliser le bitcoin et déterminer les facteurs explicatifs de la volatilité du bitcoin, nous avons effectué un graphique qui recoupe les principaux facteurs influençant le prix du bitcoin. Le graphique est le suivant :

Graphique 1: Facteurs influençant le prix du bitcoin



Source : Auteur

Où

- La reconnaissance publique, la difficulté technologique et la difficulté à miner représentent **les facteurs technologiques** ;
- L'économie du bitcoin, Les indicateurs économiques et les activités de marché représentent **les facteurs économiques** ;
- La recherche sur Internet et les tweets sur les réseaux sociaux concernant les crypto-monnaies représentent **le sentiment des investisseurs** et ;
- Les altcoins et stablecoins représentent **d'autres alternatives de monnaie numérique**.

Nous partons de l'hypothèse que la crise du COVID-19 a influencé les marchés boursiers et les investisseurs ont diversifié leur portefeuille en investissant dans les actifs dit de refuge tels que les crypto-monnaies. Nous cherchons également à savoir si la volatilité des trois principaux challengers du bitcoin a influencé ce dernier. Ici, vous aurez constaté qu'on évalue ces monnaies numériques comme des actifs plutôt que comme des monnaies d'échange.

Rappelons que notre question de recherche est : *« Es ce que la volatilité des trois monnaies numériques Ethereum, Ripple et Tether pendant la crise du COVID-19 influence la volatilité du bitcoin ? Ce bitcoin s'est-il comporté comme une valeur refuge aux actifs traditionnels en baisse durant cette crise du COVID-19 ? »*

Pour répondre à ces questions, nous avons posé deux hypothèses qui feront l'objet d'une confirmation ou d'une infirmation dans nos résultats. Les deux hypothèses sont les suivantes :

Hypothèse 1 : Le bitcoin est considéré comme une valeur refuge durant la crise du COVID-19.

Hypothèse 2 : La volatilité des rendements d'Ethereum, Ripple et Tether en période de crise du COVID-19 influence la volatilité du rendement du bitcoin.

Pour répondre à ces deux hypothèses, nous examinons les propriétés de refuge du bitcoin en cherchant s'il existe une relation négative et significative entre le bitcoin et les actifs traditionnels en période de crise. Nous considérons une série d'indices d'actions internationales à savoir le MSCI World, le MSCI Europe, le MSCI Amérique, le MSCI Asie et le MSCI Emerging, les matières premières (l'or et le pétrole) et l'indicateur de risque (BBB Corporate US spread). Nous examinons également comment la volatilité des rendements de trois monnaies numériques influence celui du bitcoin. Le modèle ARCH-GARCH est utilisé pour répondre à ces hypothèses.

Partie 2 : Etude empirique

Chapitre 3 : Méthodologie de recherche

Ce chapitre détaille le cadre méthodologique de notre travail. Nous allons tout d'abord concevoir le modèle, ensuite détailler le processus de collecte des données et enfin préciser les méthodes d'analyse empiriques utilisés pour résoudre notre modèle.

Section 3.1. Conception du modèle

Engle (1982) a développé le modèle ARCH afin de généraliser les modèles économétriques traditionnels qui acceptent une variance constante d'une période à l'avance. En 1970, il a estimé la médiane et la variance de l'inflation au Royaume-Uni et présentait à l'époque le premier modèle de type ARCH sur lequel de nombreuses études se sont basées à l'avenir. En 1986, Bollerslev utilise le modèle ARCH d'Engle pour trouver une généralisation de ce modèle et obtient par la suite un modèle type GARCH.

Depuis 2014, l'intérêt croissant pour les crypto-monnaies a entraîné une forte prolifération de recherches universitaires pertinentes telles que Gérald.P (2014), Elie Bouri et Rangan Gupta (2019), Angeles Lopez-Cabarcos et al (2019), etc. L'une des premières études sur la volatilité des monnaies numériques a été menée par Katsiampa (2017). Notre travail se base sur cette étude pour mesurer l'influence de la volatilité de trois monnaies numériques sur le bitcoin et également les propriétés de refuge du bitcoin en temps de crise. Katsiampa (2017) estime la volatilité du bitcoin en comparant différents modèles GARCH et conclut qu'ARCH-GARCH est le modèle qui décrit le mieux la volatilité du bitcoin.

Le bitcoin est la monnaie numérique à forte capitalisation à ce jour et de nombreux chercheurs et/ou investisseurs essayent d'étudier les avantages de cette nouvelle technologie sur les monnaies virtuelles. Christina Beneki et al (2019) testent l'hypothèse de l'existence de contagion de la volatilité et des capacités de couverture entre le bitcoin et l'ethereum en utilisant un modèle BEKK-GARCH et trouvent une transmission unidirectionnelle de la volatilité de bitcoin à ethereum. Nikolaos A et al (2019) examinent l'influence de la volatilité du bitcoin, d'ethereum et du ripple sur d'autres monnaies numériques en période de crise en utilisant plusieurs modèles de type ARCH-GARCH et les résultats montrent que toutes les crypto-monnaies sont complémentaires et qu'il n'existe aucune capacité de couverture parmi les principales monnaies numériques en période de crise.

Sur la base de l'étude de Katsiampa (2017), nous avons procédé à l'analyse du bitcoin afin d'évaluer sa volatilité de prix par rapport à quatre groupes de variables explicatives dont cinq indices boursiers, deux matières premières, un indicateur de risque et trois monnaies numériques.

Nous avons pris les trois monnaies numériques challengers du bitcoin dont deux altcoins (ethereum et ripple) et un stablecoin (tether). Ces trois monnaies numériques possèdent également une forte

capitalisation et par conséquent sont des alternatives sérieuses au bitcoin. Il s'agit de voir si en période de crise, le bitcoin est complémentaire ou substituable par rapport aux autres crypto-monnaies.

La pandémie du coronavirus touche tous les pays du globe et a entraîné la chute des indices boursiers de chacun des pays pris à part. Pour éviter d'avoir plusieurs indices propres à chaque pays marqué par la crise, nous avons opté pour des indices MSCI qui mesurent la performance des marchés boursiers de pays économiquement développés. Nous avons donc l'indice MSCI Asie, Amérique, Europe, Emerging et World.

Le prix du bitcoin varie en fonction de l'offre et de la demande comme dans un marché classique. Ses caractéristiques se rapprochent d'une matière première et il est considéré comme tel aux Etats-Unis depuis 2015⁹. L'or considéré comme une valeur refuge par excellence et le pétrole communément appelé l'or noir sont tous deux prisés par les investisseurs. L'intégration de l'or au modèle permettra de savoir s'il est lié positivement au bitcoin permettant de conclure sur son caractère de refuge et au pétrole pour son caractère d'actif volatile et pas considéré comme une valeur refuge. L'indicateur de risque (spread BBB Corporate US) mesure l'écart entre le taux à 10 ans sur obligations d'Etat US et le taux moyen sur les entreprises ayant un rating minimum BBB.

Pour la variable covid19, il est mesuré comme une variable muette qui prend la valeur 0 lorsque la recherche Google sur le covid19 est à son niveau le plus bas et la valeur 1 lorsque les recherches sur internet sur le covid19 augmentent très rapidement.

Le tableau 5 ci-dessous énumère toutes les variables prises pour notre modèle.

Tableau 5 : Variables utilisées

Variable	Symbole	Source	Descriptif
Bitcoin	<i>Lrendbitcoin</i>	Coinmarketcap	Site Web
Ethereum	<i>Lrendeth</i>	Coinmarketcap	fournissant des
Ripple	<i>Lrendxrp</i>	Coinmarketcap	données sur plus de
Tether	<i>Lrendtether</i>	Coinmarketcap	2000 crypto-monnaies
MSCI World	<i>Lrendmsciwld</i>	Investing.com	Site spécialisé
MSCI Europe	<i>Lrendmscieu</i>	Investing.com	fournissant des
MSCI Asia Pacific	<i>Lrendmscias</i>	Investing.com	informations
MSCI North America	<i>Lrendmsciam</i>	Investing.com	détaillées sur les
MSCI Emerging	<i>Lrendmsciemer</i>	Investing.com	devises, les indices,
Or	<i>Lrendor</i>	Investing.com	les actions, etc.

⁹ Considéré comme une matière première et régulé par la Commodity Futures Trading Commission (CFTC)

Pétrole	<i>Lrendpetr</i>	Investing.com	
BBB Corporate Spread	<i>lbbucorpous</i>	Réserve fédérale	-
Covid19	<i>covid19</i>	Auteur	-

Source : Auteur

Afin de modéliser la volatilité des rendements du bitcoin, il convient de prendre en compte les dépendances temporelles au niveau de la variance conditionnelle et d'adopter des représentations conditionnellement hétéroscédastiques. Dans ce modèle, nous allons faire dépendre la variance conditionnelle du bitcoin à un ensemble de variables explicatives décrites ci-dessus. Nous utilisons les modèles ARCH-GARCH pour observer les évolutions de la volatilité dans le temps des séries temporelles spécifiques au bitcoin.

Plus en détail, le modèle ARCH présenté par Engle (1982) et GARCH proposé Bollerslev (1986) considèrent la variance de l'erreur actuelle en fonction de la fluctuation des conditions d'erreur des périodes passées. Dans ces modèles, la condition d'erreur est l'effet résiduel laissé inexpliqué par d'autres modèles. L'extension à un modèle GARCH est la même dans le cas de la variance conditionnelle juste qu'ici on introduit une composante autorégressive qui dépend de son propre passé.

La formule de calcul pour le modèle ARCH (1) est la suivante :

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 \quad (1)$$

Tandis que pour le modèle GARCH (1) est :

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}^2 \quad (2)$$

Où :

h_t : La variance

α_0 : Le terme fixe ou constance

ϵ_{t-1}^2 : Résiduel

h_{t-1}^2 ; Variance laguée

β : Coefficient de la variance

Notons que les paramètres $\alpha_0 > 0$ et $0 < \alpha_1 \leq 1$. La composante h_t désigne une variable qui, conditionnellement à l'ensemble d'information des valeurs passées du bitcoin (*lrendbitcoin*) de t à $t-1$ est déterministe et positive. Pour que la variable *lrendbitcoin* satisfait une représentation de ARCH, il doit suivre un processus conditionnellement hétéroscédastique c'est-à-dire compatible avec les clusters de volatilité, il doit être non-auto corrélé c'est-à-dire compatible avec l'hypothèse du marché efficient

et enfin sa distribution doit être leptokurtique c'est-à-dire un kurtosis supérieur à 3. Toutes ces conditions feront l'objet de tests pour s'assurer de la validité du modèle d'ARCH.

Dans ce travail, nous allons en utilisant le modèle ARCH(1)-GARCH (1,1) décrit ci-dessus proposer deux modèles pour analyser les déterminants de la volatilité des rendements du bitcoin et ses propriétés de refuge.

Le premier modèle prend en compte pour variable expliquée le rendement du bitcoin et pour variable explicatives les rendements de 8 variables à savoir : le Ripple, l'Ethereum, le Tether, l'Or, le Pétrole, Le spread BBU corporate US, le covid19 et l'indice MSCI World.

Le second modèle garde la même structure que le premier, mais éclate l'indice MSCI World en quatre indices à savoir : l'indice MSCI Europe, l'indice MSCI Amérique, l'indice MSCI Asie et l'indice MSCI Emerging. Le reste des variables expliquées et explicatives du modèle reste inchangé.

Section 3.2. Données et Méthodes d'analyse

Les données qui appuient cette étude sont basées sur le prix de clôture quotidien sans prise en compte du weekend pour les 13 variables étudiées. La période s'étend du 01 juillet 2017 au 30 juin 2020 pour un total de 781 observations. Au cours de cette période, il y'a eu deux périodes de chute des prix. La première période va du 01 janvier 2018 au 16 septembre 2018 où l'on a eu une chute rapide des prix des monnaies numériques (Nikolaos A et al, 2019) et la seconde va du 01 février 2020 au 30 juin 2020 où nous avons observé une chute des prix des monnaies numériques mais également des indices internationaux et des matières premières.

Dans cette étude, nous examinons comment la volatilité des rendements de trois monnaies numériques ethereum, ripple et tether influence la volatilité du bitcoin en période de crise sanitaire. Mais aussi, les mouvements à la baisse des prix de clôture quotidien des indices internationaux MSCI World, MSCI Asia Pacific, MSCI North America, MSCI Europe et MSCI Emerging et des matières premières pendant la crise nous amènent à analyser les propriétés de refuge du bitcoin.

Afin d'obtenir des résultats fiables, les rendements sous forme de différences logarithmiques des variables ont été utilisés pour les estimations. Toutes les données brutes des prix de clôture quotidien des indices boursiers et des matières premières sont extraites du site investing.com. Pour l'indicateur de risque (le spread BBU corporate US), les données sont téléchargeables dans le site de la réserve fédérale tandis que pour les crypto-monnaies, ils sont extraits dans le site coinmarketcap.com.

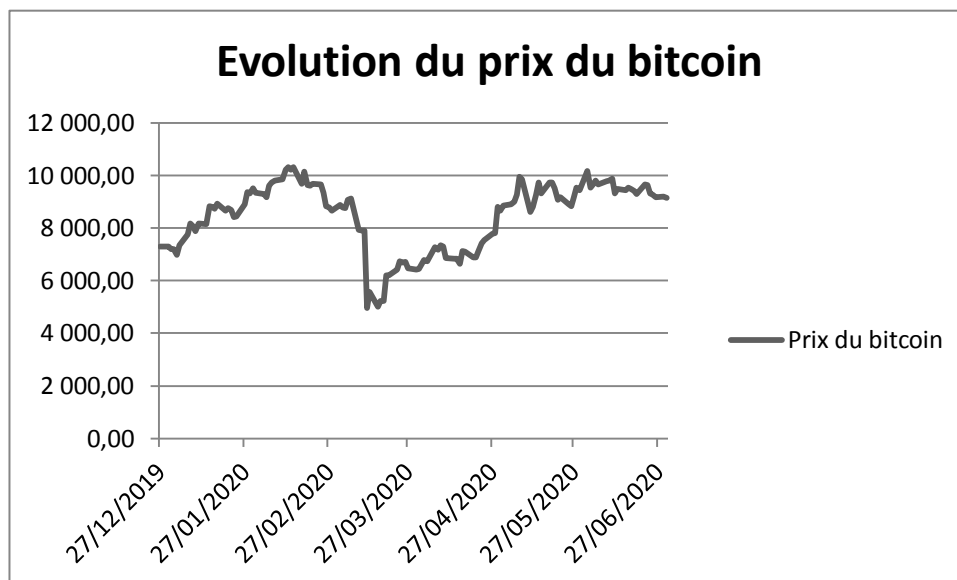
En utilisant Google Trends (Annexe 2), la variable covid19 prend la valeur 1 entre le 01 février 2020 et le 30 juin 2020. Il est vrai qu'à partir du 24 avril 2020 la courbe commence à tomber, mais le

coronavirus reste toujours présent dans l'actualité jusqu'au 30 juin 2020, date de la dernière observation de notre base de données.

En outre, la statistique descriptive permet d'avoir un premier aperçu sur l'ensemble des variables de notre modèle, la matrice de corrélation permet également d'avoir un aperçu des relations entre les différentes variables, des tests d'autocorrélation et d'hétéroscédasticité ont été effectués afin d'assurer la pertinence des résultats des estimations et l'utilisation d'un modèle autorégressive conditionnelle. Un modèle de type ARCH(1)-GARCH(1,1) utilisé par Katsiampa (2017) est utilisé pour le calcul des paramètres des estimations.

Le graphique suivant montre l'évolution du prix du bitcoin en dollar américain pendant la pandémie du coronavirus entre le 27 décembre 2019 et le 30 juin 2020.

Graphique 2: Evolution du prix du bitcoin pendant la crise sanitaire



Source : Coinmarketcap

Nous allons dans le chapitre suivant présenter les résultats de nos différentes analyses et profiter pour faire les commentaires sur les éléments qui ont attiré notre attention et qui permettent de répondre aux deux hypothèses définies ci-dessus.

Chapitre 4 : Résultats empiriques

Dans ce chapitre, nous interprétons les résultats des deux modèles et rapprochons nos résultats aux études antérieures.

Section 4.1. Résultats préliminaires et tests statistiques

4.1.1. Statistiques descriptives

Tableau 6: Statistiques descriptives

Variable	Obs	Moyenne	Ecart type	Min	Max	Skewness	Kurtosis
Lrendbitcoin	781	0.0016272	0.0517133	-0.4647298	0.225119	-0.824743	13.83231
Lrendeth	781	-0.0002858	0.0639326	-0.5507137	0.2474307	-0.9563721	11.873
Lrendxrp	781	-0.0005004	0.0714543	-0.3989676	0.6068853	1.34047	16.60777
Lrendtether	781	-1.23e-07	0.0072414	-0.0491612	0.0571584	0.3518296	16.86331
Lrendmsciwld	781	0.000175	0.0115834	-0.1044121	0.0840625	-1.63018	26.5037
Lrendmscieu	781	-0.0001136	0.0117598	-0.1406235	0.0852357	-2.278856	34.83114
Lrendmscias	781	0.0000306	0.0090392	-0.0575318	0.0543151	-0.5254056	9.740673
Lrendmsciam	781	0.0003054	0.0139042	-0.1281073	0.0912625	-1.217834	23.58365
Lrendmsciemr	781	-0.0000244	0.0106655	-0.0694253	0.0557374	-1.06056	11.48836
Lrendor	781	0.0004377	0.0126143	-0.0630877	0.0574757	0.0596139	10.60156
Lrendpetr	781	0.0005398	0.0126143	-0.2822061	0.3196337	0.2698651	30.43279
Lbbcorpous	781	0.4653305	0.2379015	0.1397619	1.585145	2.182808	8.314862
covid19	781	0.2087068	0.4066448	0	1	1.433585	3.055165

Source : Auteur

Le tableau 6 ci-dessous donne les statistiques descriptives pour quatre groupes de variables à savoir : les indices MSCI (MSCI World, MSCI Europe, MSCI North America, MSCI Asia Pacific et MSCI Emerging), les matières premières (Or, Pétrole), les indicateurs de risque (le spread BBB corporate US) et les crypto-monnaies (Bitcoin, Ethereum, Ripple et Tether). Plus spécifiquement, nous observons que les trois crypto-monnaies ont une performance négative à l'exception du bitcoin. Le MSCI Europe et le MSCI Emerging présentent également des performances négatives sur la période étudiée. Le bitcoin présente la moyenne la plus élevée (0.0016272) tandis que tether se caractérise par la plus basse (1.23e-07) confirmant l'hypothèse que plus un actif est risqué, plus son rendement est élevé. De plus, la performance du bitcoin est supérieure aux indices MSCI et aux matières premières expliquant également son caractère de forte rentabilité et de forte volatilité.

Notons également que l'écart-type des crypto-monnaies à l'exception de tether est largement supérieur aux autres groupes de variable utilisée. Tether présente l'écart-type le plus faible (0.0072414) tandis que Ripple présente l'écart-type le plus fort (0.0714543) confirmant également le rendement faible de Tether car il est appuyé sur le dollar américain. Enfin, 7 des 13 variables utilisées ont une asymétrie négative ce qui n'est pas intéressant pour les investisseurs. Tous les indices MSCI ont une asymétrie

négative ainsi que bitcoin et ethereum contrairement aux matières premières, ripple et tether qui ont une asymétrie positive. Pour toutes les variables, l'aplatissement est supérieur à 3 (distribution pointue) ce qui signifie qu'il y'a une forte concentration de valeurs autour de la moyenne. L'utilisation des modèles de type ARCH-GARCH permet de corriger le problème de variabilité des crypto-monnaies.

4.1.2. Matrice de corrélation

La matrice de corrélation des variables permet d'avoir un premier aperçu des relations linéaires entre les différentes variables (Annexe 3). Nous constatons une relation négative et faible entre le rendement du bitcoin et de deux autres variables (tether et le covid19).

De plus, il existe une relation positive et forte entre le rendement du bitcoin et les rendements d'ethereum et de ripple. Pour le reste, le bitcoin semble avoir une relation positive et faible avec les indices MSCI et les matières premières. Mais, la relation entre le rendement du bitcoin et l'indicateur de risque est positive et très faible (proche de 0) ce qui montre que les deux variables sont linéairement indépendantes.

4.1.3. Test autocorrélation (Breusch-godfrey)

Ce test permet de voir s'il existe une indépendance sérielle entre les termes d'erreur. Ici, nous voulons nous assurer que les valeurs du terme d'erreur et par conséquent des résidus dans les observations de notre échantillon soient générées indépendamment les uns des autres (Annexe 4).

Pour le premier modèle, la probabilité est égale à 0.0014 par conséquent, on rejette l'hypothèse d'absence d'autoregressif (1) dans le terme d'erreur.

Pour le second modèle, la probabilité est égale à 0.0015 par conséquent, on rejette l'hypothèse d'absence d'autoregressif (1) dans le terme d'erreur.

4.1.4. Test hétéroscédasticité (Breusch-Pagan)

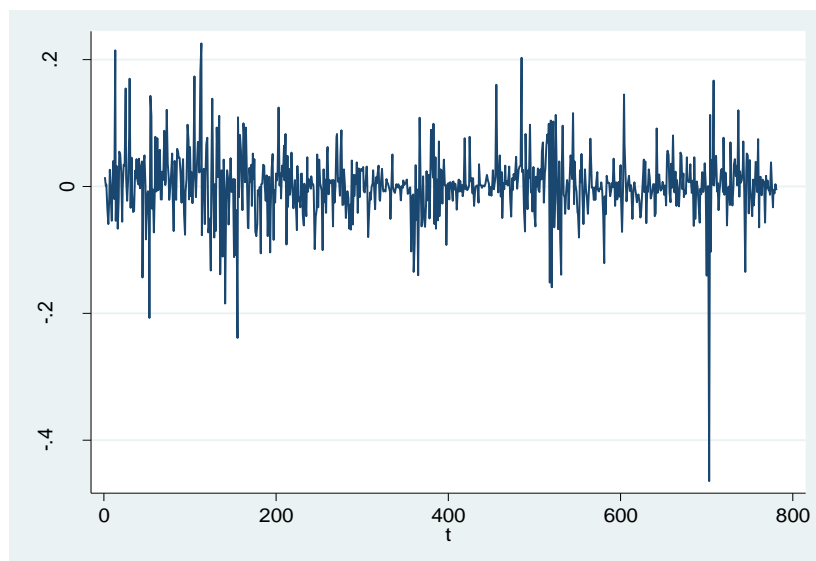
Ce test permet de mesurer la distribution du terme d'erreur dans un modèle. Elle permet de voir si la distribution est la même pour chaque observation de l'échantillon (Annexe 5).

Pour le premier modèle, la probabilité est égale à 0.0000 par conséquent, on rejette l'hypothèse nulle d'homoscédasticité à un niveau de 1%.

Pour le second modèle, la probabilité est égale à 0.0000 par conséquent, on rejette l'hypothèse nulle d'homoscédasticité à un niveau de 1%

4.1.5. Graphique sur le rendement du bitcoin

Graphique 3: Rendement du bitcoin



Source : Auteur

Le rendement du bitcoin flotte autour de 0, ce qui montre effectivement que les rendements du bitcoin changent au cours du temps dus certainement à une volatilité. Mais, nous observons une volatilité constante et qui a tendance à s'éloigner de 0. Cette concentration de la volatilité autour de 0 nous confirme également l'utilisation d'un modèle ARCH-GARCH pour cette étude.

Section 4.2. Résultats du modèle ARCH-GARCH

Afin d'étudier la volatilité entre le bitcoin et 12 autres variables, deux modèles différents de la famille ARCH-GARCH ont été évalués en utilisant Stata 13 pour toutes les variables du modèle. Pour éliminer le biais de simultanéité, nous avons régressé le modèle sous forme $Y(t) = f(x_{t-1})$.

ARCH-GARCH		Modèle 1	Modèle 2
Mean equation	Lrendeth	0.0078882 (0.039026)	0.020733 (0.0401507)
	Lrentether	0.4138269 (0.2585026)	0.4625037 (0.234607)
	Lrendxrp	0.0090444 (0.0362847)	0.0073672 (0.0348435)
	Lrendor	-0.1291774 (0.1368114)	-0.1446092 (0.1303124)
	Lrendpetr	-0.0179077 (0.0466157)	0.1817063*** (0.04474)
	Lbbucorpous	0.0006876 (0.0115272)	-0.0039653 (0.0109325)

	Lrendmsciwld	-0.2133979 (0.2033845)	-
	Lrendmscias	-	0.3877688 (0.4839538)
	Lrendmsciam	-	0.4067353*** (0.1530785)
	Lrendmscieu	-	-0.6448955*** (0.2439233)
	Lrendmsciemmer	-	0.2245987 (0.450247)
	covid19	-0.0007229 (0.0066762)	-0.0027299 (0.0063629)
	Constante	0.0006578 (0.0048958)	0.0027299 (0.0047012)
Variance equation	Arch	0.1620308*** (0.272943)	0.2084501*** (0.0363406)
	Garch	0.7660398*** (0.0346542)	0.7114225*** (0.0417094)
	Constante	0.000247*** (0.0000432)	0.000286*** (0.0000543)

Notez que : (*), (**) et (***) désigne un niveau de significativité à 1%, 5% et 10% respectivement.

4.2.1. Interprétation modèle 1

Le coefficient d'ethereum est positif et non significatif. Cela montre que ces deux monnaies numériques sont complémentaires mais ce résultat ne peut être confirmé. La volatilité des rendements d'ethereum n'influence pas la volatilité des rendements du bitcoin. Nous observons également un coefficient positif et non significatif entre le bitcoin et le ripple. Comme pour ethereum, la volatilité des rendements du bitcoin et du ripple sont complémentaires mais ce résultat ne peut être confirmé. Ces résultats montrent effectivement que la volatilité des rendements des altcoins n'influence pas la volatilité du rendement du bitcoin. Ceci peut s'expliquer par le fait que le bitcoin demeure toujours aujourd'hui le roi des monnaies numériques et ne peut être influencé par d'autres crypto-monnaies.

Mais, nous constatons un coefficient positif mais non significatif entre le bitcoin et tether, ce qui signifie que ces deux monnaies sont complémentaires, mais ce résultat ne peut être confirmé ; par conséquent, la volatilité des rendements de tether n'a pas d'influence sur la volatilité des rendements du bitcoin.

En ce qui concerne les matières premières, l'or a un coefficient négatif et non significatif. Ce résultat montre que les rendements de l'or et du bitcoin ne sont pas complémentaires ce qui vient infirmer le caractère de refuge du bitcoin. Le pétrole quant à lui à un coefficient positif et non significatif ; La performance des deux actifs n'est pas complémentaire.

A l'hypothèse de savoir si en période de crise, le bitcoin est une valeur refuge c'est-à-dire il a une corrélation négative avec les actifs traditionnels, nous constatons une relation négative et non significative entre le bitcoin et l'indice MSCI World. Ce résultat prouve d'un côté que les rendements des deux actifs ne sont pas complémentaires en tant de crise et par conséquent le bitcoin comporte des propriétés de refuge ; mais nous ne pouvons pas confirmer ce résultat. Il existe une relation positive et non significative entre la variable muette Covid19 et le rendement du bitcoin. Ce résultat prouve que la crise du coronavirus n'a pas eu un impact à long terme sur les rendements du bitcoin. Le graphique des rendements du bitcoin pendant la crise du coronavirus montre que le prix est vite remonté à son niveau initial à partir d'avril

4.2.2. Interprétation modèle 2

Le coefficient d'ethereum est positif et non significatif. Cela montre une seconde fois que ces deux monnaies numériques sont complémentaires mais ce résultat ne peut être confirmé. La performance d'ethereum en tant de crise n'a aucune influence sur celui du bitcoin. Nous observons également un coefficient positif et non significatif entre le bitcoin et le ripple. Comme pour ethereum, les mouvements des rendements du ripple n'influencent pas celui du bitcoin. Ces résultats montrent effectivement que la performance d'ethereum et du ripple n'influence pas celui du bitcoin.

Mais, nous constatons un coefficient positif mais non significatif entre le bitcoin et tether, ce qui signifie que les mouvements des rendements de tether n'a pas d'influence sur celui du bitcoin. La performance de tether n'est pas liée à celui du bitcoin.

En ce qui concerne les matières premières, l'or a un coefficient négatif et non significatif. Ce résultat prouve que les rendements du bitcoin et de l'or ne sont pas complémentaires et par conséquent le bitcoin ne possède pas des propriétés de refuge, mais ce résultat n'est pas confirmé dans le modèle. Le pétrole quant à lui a un coefficient positif et significatif à un seuil de 1%. La performance du bitcoin est positivement liée à la performance du pétrole. Les deux rendements sont complémentaires ; par conséquent les propriétés de refuge du bitcoin sont encore une fois mitigées.

Nous constatons une relation positive et non significative entre le bitcoin et l'indice MSCI Asie. Ce résultat montre que le bitcoin peut réagir comme une valeur refuge sur l'indice MSCI Asie parce que les rendements des deux actifs bien qu'étant complémentaires, le résultat ne peut être confirmé. La performance de l'indice MSCI Asie n'est pas positivement liée au rendement du bitcoin.

L'indice MSCI Américain a une relation positive et significative à un seuil de 1% avec le bitcoin. L'indice MSCI Américain et le bitcoin sont liés positivement. Ce résultat montre que le bitcoin ne réagit pas comme une valeur refuge sur l'indice MSCI Amérique. L'indice MSCI Emerging a une relation positive et non significative avec le bitcoin. Les rendements des deux actifs sont complémentaires mais le résultat ne peut être confirmé.

L'indice MSCI Europe a un coefficient négatif et significatif à un seuil de 1% avec le bitcoin. Le bitcoin a réagi comme une valeur refuge sur l'indice MSCI Europe, les deux actifs ne sont pas complémentaires en terme de rendement dont substituables. Et comme pour le premier modèle, il existe une relation négative et non significative entre le bitcoin et la variable covid-19. Ce résultat prouve que la crise sanitaire n'a pas influencé les rendements du bitcoin.

Section 4.3. Implications des résultats

L'implication des résultats permet de comparaître les résultats de cette étude à d'autres articles qui traitent de la volatilité du bitcoin en fonction d'autres crypto-monnaies ou d'autres actifs traditionnels tels que les indices boursiers ou les matières premières.

Thomas Conlon et al (2020) testent les propriétés de refuge du bitcoin, ethereum et tether du point de vue des investisseurs d'indice boursiers en utilisant la Value-at-Risk sur un portefeuille contenant des actifs traditionnels et des crypto-monnaies pendant la crise du covid19 et trouve que le bitcoin et ethereum ne constituent pas une valeur de refuge pour la majorité des marchés d'actions internationaux, mais tether en maintenant son ancrage au dollar américain à servir de valeur refuge pour tous les indices boursiers examinés. Nos résultats par l'utilisation d'un modèle de volatilité infirme l'hypothèse de valeur refuge du bitcoin en Amérique. Mais, le bitcoin possède des propriétés de refuge sur l'indice MSCI Europe et également sur l'indice MSCI Asie.

Nikolaos et al (2019) examinent la volatilité de certaines crypto-monnaies et la façon dont elles sont influencées par les trois principales monnaies numériques en utilisant un modèle ARCH-GARCH et trouvent que la majorité des crypto-monnaies sont complémentaires avec bitcoin, ethereum et ripple et qu'il n'existe aucune capacité de couverture parmi les principales monnaies numériques en période de crise. Nos résultats montrent qu'ethereum, ripple et tether sont complémentaires avec le bitcoin. Mais, la relation entre les quatre crypto-monnaies sont non significative, difficile de dire que les trois crypto-monnaies sont liées au bitcoin.

Christina Beneki et al (2019) testent l'hypothèse de l'existence de contagion de la volatilité et de la capacité de couverture entre bitcoin et ethereum en appliquant un modèle GARCH et un modèle VAR (Vectoriel Auto Régression) et les résultats montrent qu'il existe une transmission unidirectionnelle de la volatilité d'ethereum à bitcoin. Nos résultats montrent qu'il n'existe pas une transmission de volatilité d'ethereum à bitcoin puis qu'ils ne sont pas significativement liés.

Angeles Lopez-Cabarcos et al (2019) analysent le comportement du bitcoin et l'effet que le sentiment des investisseurs, les rendements du S&P500 et du VIX ont sur la volatilité du bitcoin. En optant pour les modèles GARCH et EGARCH, les résultats précisent que la volatilité du bitcoin est plus instable dans les périodes spéculatives et en période stable, les rendements du S&P500, du VIX et du sentiment

des investisseurs influencent la volatilité du bitcoin. Nous pouvons dire compte tenu de nos résultats qu'en période de crise dont d'instabilité, la volatilité des autres crypto-monnaies ne contaminent pas celui du bitcoin.

Conclusion

Les crypto-monnaies ont reçu beaucoup d'attention de nos jours, tant de la part des investisseurs que des analystes et des chercheurs car elles constituent une nouvelle forme d'investissement qui offre un très grand profit mais peut également offrir de très grande perte. La principale caractéristique des crypto-monnaies est leur caractère décentralisé et leur résistance à toute forme de contrôle et d'intervention. Les crypto-monnaies font souvent partie des discussions concernant les investissements potentiels dans les valeurs refuges, la recherche empirique sur leur pertinence avant la crise du coronavirus n'a pas connu de période de turbulences sur les marchés boursiers mondiaux.

Ce mémoire traite les propriétés de refuge du bitcoin du point de vue des investisseurs d'indices boursiers internationaux et de l'influence de la volatilité des rendements de trois principales crypto-monnaies sur le bitcoin pendant la crise du coronavirus. Les données quotidiennes vont du 01 juillet 2017 au 30 juin 2020 inclus à l'exception des weekends et sont extraites de plusieurs sites spécialisés. L'objectif de ce mémoire est d'analyser les déterminants de la volatilité du bitcoin et ses propriétés de refuge en tant de crise sanitaire. En utilisant un modèle ARCH-GARCH nous déterminons la relation la plus appropriée de chacune des variables avec celui du bitcoin. Ensuite, nous discutons des propriétés de refuge et de l'influence de la volatilité des rendements des trois principales crypto-monnaies sur le bitcoin.

Les résultats montrent que le bitcoin n'a pas réagi comme une valeur refuge pendant la crise du coronavirus sur certains indices. Les indices MSCI Asie, Emerging et World ont des rendements qui ne sont pas significativement lié à celui du bitcoin. Ce résultat ne nous permet pas de confirmer que le bitcoin possède ou non des propriétés de refuge sur ces indices. L'indice MSCI Europe a une relation négative et significative avec le bitcoin. Le bitcoin réagit comme une valeur refuge sur l'indice MSCI Europe, les deux actifs ne sont pas complémentaires en terme de rendement.

Nous constatons également une relation positive et significative entre le bitcoin et l'indice MSCI Américain. Ce résultat montre que le bitcoin n'a pas réagi comme une valeur refuge sur l'indice MSCI Amérique parce que les rendements des deux actifs sont complémentaires. Enfin, il existe une relation négative et non significative entre le bitcoin et la variable covid-19. Ce résultat prouve que la crise sanitaire n'a pas influencé fortement les rendements du bitcoin.

Il existe une relation négative et non significative entre les rendements du bitcoin et de l'or dans les deux modèles. Les deux actifs ne sont pas complémentaires, mais ce résultat n'est pas confirmé, difficile dans ces conditions de considérer le bitcoin comme une valeur refuge. Le rendement du pétrole est lié positivement et significativement au rendement du bitcoin dans le second modèle. La performance des deux actifs est liée positivement et il est difficile de considérer dans ces conditions les propriétés de refuges du bitcoin.

Les résultats dans les deux modèles montrent que les trois principales crypto-monnaies n'ont pas d'influence sur le bitcoin. Les coefficients d'ethereum, ripple et tether sont positifs et non significatifs. Cela montre que ces trois monnaies numériques sont complémentaires avec le bitcoin, mais le résultat n'est pas confirmé. La volatilité des rendements des principales monnaies numériques n'influence pas la volatilité du rendement du bitcoin. Comme quoi le bitcoin reste le roi des crypto-monnaies jusqu'à aujourd'hui.

Une des limites de ce travail est la base de données qui pourrait contenir beaucoup plus d'observations surtout que la crise sanitaire n'est pas définitivement passée. La corrélation forte entre le bitcoin et ethereum peut venir fausser nos résultats, il aura été intéressant de chercher une variable proxy à l'ethereum pour intégrer dans notre modèle. L'utilisation d'autres modèles de type ARCH-GARCH peut éventuellement apporter de la robustesse à nos résultats.

Bibliographie

- Angeles Lopez-Cabarcos, M., Pérez-Pic, A., Pineiro-Chousa, J., Sevic, A., 2019. Bitcoin volatility, stock market and investor sentiment. Are they connected? *Finance Res. Lett.* 1-7.
- Beneki, C., Koulis, A., Nikolaos, A., Papadamou, T., 2019. Investigating volatility transmission and hedging properties between Bitcoin and Ethereum. *Res in Int Business and Finance.* 48, 219-227.
- Bollerslev, T., 1986. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *J. Econom.* 31 (3), 307–327.
- Bouri, E., Gupta, R., Tiwari, A.K., Roubaud, D., 2017a. Does Bitcoin hedge global uncertainty? Evidence from wavelet-based quantile-in-quantile regressions. *Finance Res. Lett.* 23, 87–95.
- Bouri, E., Gupta, R., 2019. Predicting Bitcoin returns: Comparing the roles of newspaper- and internet search-based measures of uncertainty. *Finance Res. Lett.* 1-7.
- Cartelier, J., 1991. Monnaie et système de paiement : le problème de la formation de l'équilibre. *Revue française d'économie.* Vol. 6, 3, 3-37.
- Chan, W.H., Le, M., Wu, Y.W., 2019. Holding Bitcoin longer: the dynamic hedging abilities of Bitcoin. *Q. Rev. Econ. Finance* 71, 107–113.
- Conlon, T., Shaen, C., McGee, R., 2020. Are cryptocurrencies a safe haven for equity markets? An international perspective from the COVID-19 pandemic. *Res in Int Business and Finance.* 54, 101248.
- Dirk, G., Hong, K., Lee, A., 2017. Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets. *J. Int Financial Markets, Institutions & Money*, 1-13.
- Dwyer, G., 2014. The economics of Bitcoin and similar private digital currencies. *J. Financial Stability.* 17, 81-91.
- Engle, R.F., 1982. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: J. Econ. Soc.* 987–1007.
- Gronwald, M., 2014. The Economics of Bitcoins-Market Characteristics and Price Jumps. CESifo Group Munich. n°. 5121.
- Guesmi, K., Saadi, S., Abid, I., Ftiti, Z., 2019. Portfolio diversification with virtual currency: evidence from bitcoin. *Int. Rev. Financial Anal.* 63, 431–437.
- Hong, K., 2016. Bitcoin as an alternative investment vehicle. *Inf. Technol. Manage.*, 1–11.

- Katsiampa, P., 2017. Volatility estimation for Bitcoin: a comparison of GARCH models. *Econ. Lett.* 158, 3–6.
- Klein, T., Thu, H.P., Walther, T., 2018. Bitcoin is not the New Gold—a comparison of volatility, correlation, and portfolio performance. *Int. Rev. Financial Anal.* 59, 105–116.
- Kliber, A., Marszałek, P., Musiałkowska, I., Świerczyńska, K., 2019. Bitcoin: safe haven, hedge or diversifier? Perception of bitcoin in the context of a country's economic situation—a stochastic volatility approach. *Physica A: Stat. Mech. Appl.* 524, 246–257.
- Kristoufek, L., 2015. What are the main drivers of the Bitcoin price? Evidence from wavelet coherence analysis. *PloS one* 10, e0123923.
- Mensi, W., Rehman, M.U., Maitra, D., Al-Yahyaee, K.H., Sensoy, A., 2020. Does Bitcoin co-move and share risk with Sukuk and world and regional Islamic stock markets? Evidence using a time-frequency approach. *Res. Int. Bus. Finance* 101230.
- Nakamoto, S., 2009a. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash System. www.bitcoin.org.
- Nikolaos, A., Kalliopi, D., Arampatzis, M., Prarskevi, P., Papaioannou, E., 2019. Estimating the volatility of cryptocurrencies during bearish markets by employing GARCH models. *Heliyon.* 5, e02239.
- Smales, L.A., 2019. Bitcoin as a safe haven: is it even worth considering? *Finance Res. Lett.* 30, 385–393.
- Tversky, A., Kahneman, D., 1991. Loss aversion in riskless choice: a reference-dependent model. *Q. J. Econ.* 106 (4), 1039–1061.
- Urquhart, A., Zhang, H., 2019. Is Bitcoin a hedge or safe haven for currencies? An intraday analysis. *Int. Rev. Financial Anal.* 63, 49–57.
- Valerio, C., Shaen, C., Gurdgiev, C., 2019. Fractal dynamics and wavelet analysis: Deep volatility and return properties of Bitcoin, Ethereum and Ripple. *Quarterly Rev of Econ and Finance.* 76, 310-324.
- Wang, P., Zhang, W., Li, X., Shen, D., 2019b. Is cryptocurrency a hedge or a safe haven for international indices? A comprehensive and dynamic perspective. *Finance Res. Lett.* 31, 1–18.
- Xin Li., Chong Alex Wang., 2016. The technology and economic determinants of cryptocurrency exchange rates: The case of Bitcoin. *ScienceDirect.* 95, 46-60.

Notes

Pour le détail de ces catégories voir BCE (2012) p.13-15.

www.investing.com, pour les données sur les indices boursiers internationaux

www.coinmarketcap.com, pour les données sur les monnaies numériques

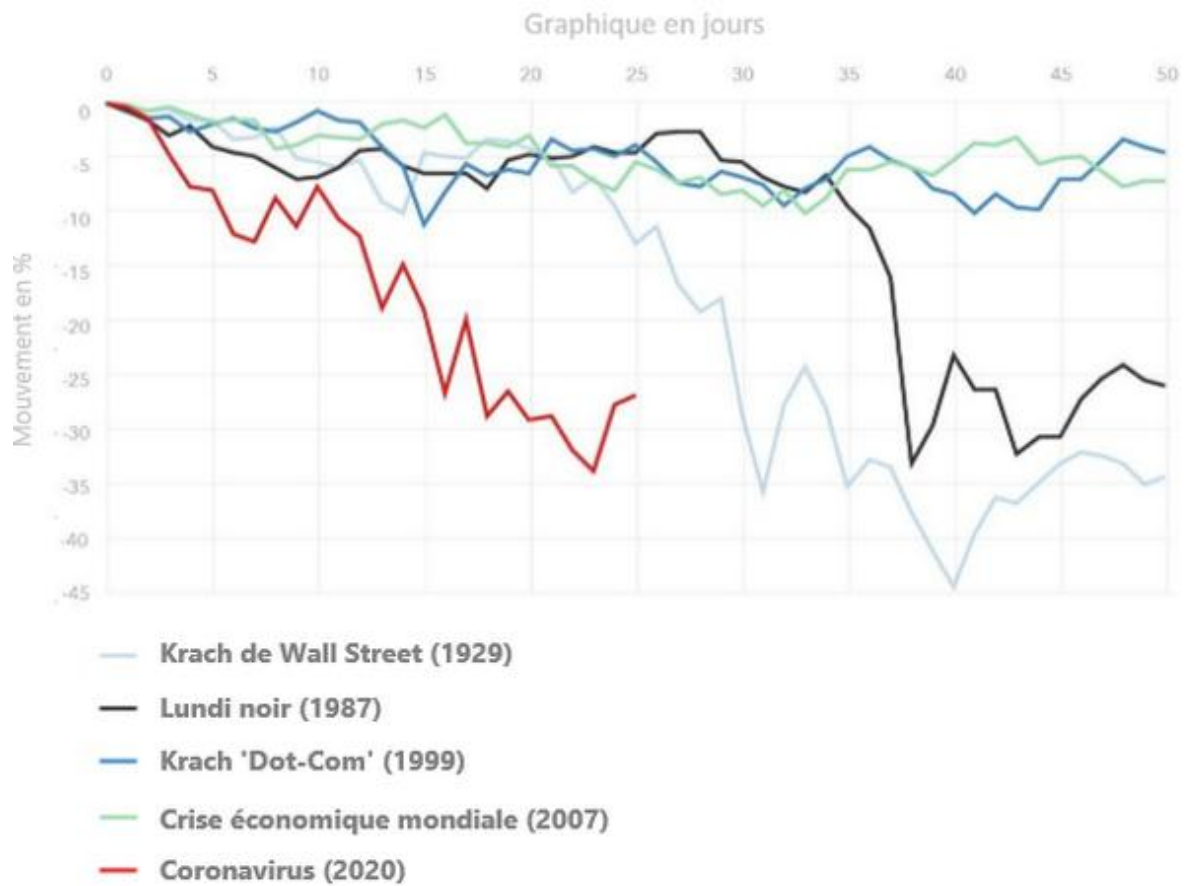
<https://fred.stlouisfed.org/series/BAMLC0A4CBBB>, pour les données sur l'indicateur de risque

<https://moneystore.be/2015/gerer-transmettre-patrimoine/questce-quune-valeur-refuge>

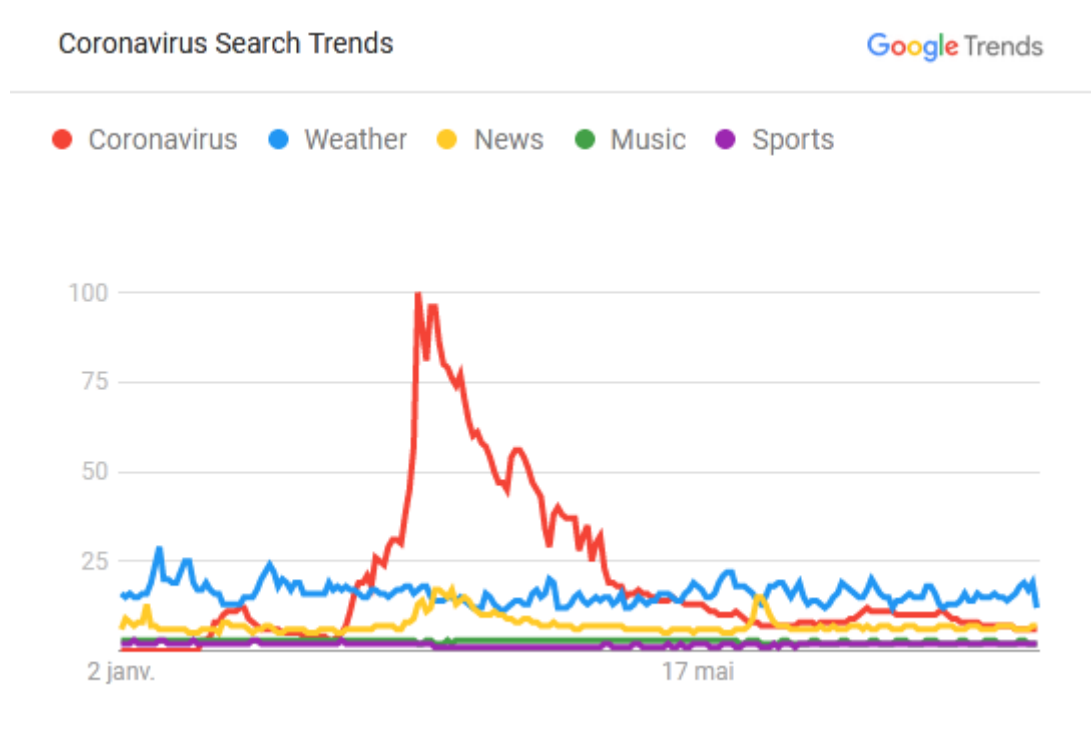
<https://www.ideal-investisseur.fr/education-financiere/valeur-refuge-3-actifs-prises-des-investisseurs-7711.html>

Annexe

Annexe 1 : Volatilité des premiers jours pendant la crise du coronavirus



Annexe 2 : Recherche fréquente sur Google Trends en 2020.



Annexe 3 : Matrice de corrélation

	Lrendbitcoin	Lrendmsciwld	Lrendmscias	Lrendmscieu	Lrendmsciemr	Lrendor	Lrendpetr	lbbucorpous	Lrendeth	Lrendxrp	Lrendtether	Covid19
Lrendbitcoin	1.0000											
Lrendmsciwld	0.2225	1.0000										
Lrendmscias	0.0718	0.5608	1.0000									
Lrendmscieu	0.2289	0.7970	0.6075	1.0000								
Lrendmsciemr	0.1143	0.6593	0.8715	0.7178	1.0000							
Lrendor	0.1224	0.0699	0.0703	0.0902	0.0487	1.0000						
Lrendpetr	0.0951	0.2935	0.1381	0.2424	0.2238	0.0641	1.0000					
Lbbucorpous	0.0036	0.0426	0.0307	0.0381	0.0177	0.0409	0.0384	1.0000				
Lrendeth	0.7416	0.2673	0.1351	0.2579	0.1753	0.0991	0.1044	-0.0004	1.0000			
Lrendxrp	0.5307	0.1930	0.0936	0.1877	0.1453	0.0679	0.0646	-0.0120	0.6652	1.0000		
Lrendtether	-0.0407	-0.1455	-0.0673	-0.1404	-0.0928	-0.0449	-0.0047	0.0090	-0.0776	-0.0815	1.0000	
covid19	-0.0116	-0.0062	-0.0063	-0.0168	-0.0065	0.0310	0.0127	0.4623	0.0118	-0.0144	-0.0044	1.0000

Annexe 4 : Test d'autocorrélation (Breusch-godfrey)

Modèle 1			
Lags(p)	Chi2	Df	Prob > chi2
1	10.471	1	0.0014

Modèle 2			
Lags(p)	Chi2	Df	Prob >chi2
1	10.309	1	0.0015

Annexe 5 : Test hétéroscédasticité (Breusch-Pagan)

Modèle1		
Breusch-Pagan	Chi2 (8)	Prob >chi2
	172.05	0.0000

Modèle 2		
Breusch-Pagan	Chi2 (11)	Prob >chi2
	175.31	0.0000

